

7.1 Análisis de los troncos.

El número total de troncos muestreados fue 54, de los cuales 52 fueron muestreados de manera manual y solo 43 fueron procesados por embudo de Berlese. Los troncos en su mayoría fueron tirados por las fuertes lluvias que caen en esa zona, otros fueron cortados y abandonados; o en algunos casos cortados y utilizados como soportes para poner cercas y unos cuantos se encontraron muertos en posición vertical. El número de troncos encontrados y muestreados para San Miguel Tzinacapan fue de seis troncos, en San Andrés Tzicuilan se colectaron siete troncos, en el Predio Acachiloco fueron diez troncos, a 3 kilómetros de la carretera a las Brisas fueron siete troncos, en Chapultepec fueron nueve troncos, en Apazapan fueron cinco troncos y para El Cerrito fueron diez troncos muestreados. El tronco más largo muestreado presenta una longitud de 3.70 m y el más corto de tan solo 43 cm; por otra parte el tronco con el diámetro más reducido fue 10 cm y el más grueso de 59 cm. El tronco que presentó el menor volumen fue de 0.031m³ y el de mayor volumen 0.420 m³.

Por cuanto al estado de descomposición de los troncos revisados se estimó su estado de acuerdo a la clasificación presentada por Pawlosky, 1967 citado por Dajoz, 1978. De los 54 troncos muestreados nueve presentaron el tipo de pudrición I, 12 el tipo de pudrición II, 13 el tipo de pudrición III y 20 el tipo de pudrición IV.

7.2 Fauna obtenida

De la revisión de las muestras tanto realizadas *in situ* (n = 52) como de las muestras analizadas por el método del embudo de Berlese (n = 43) obtuvimos un total de 22,773 individuos pertenecientes a tres Phylum: Mollusca, Annelida y la gran mayoría al Arthropoda. A continuación se presentan los grandes grupos encontrados en los troncos en descomposición (tabla 2).

Tabla 2 Grupos faunísticos encontrados en los troncos en descomposición en Cuetzalan del Progreso, Puebla.

PHYLUM	SUPERCLASE	CLASE	ORDEN	
MOLLUSCA		GASTROPODA	STILOMMATOMORPHA	
ANNELIDA		CLITELLATA	OLIGOCHAETA	
ARTHROPODA		ARACHNIDA	ARANEAE	
			PSEUDOSCORPIONIDA	
			OPIILIONIDA	
		ACARIDA		
		CRUSTACEA	ISOPODA	
		CHILOPODA	GEOPHILOMORPHA	
			LITHOBIOMORPHA	
			SCOLOPENDROMORPHA	
			SCUTIGEROMORPHA	
		DIPLOPODA	CHORDEUMIDA	
			GLOMERIDA	
			PLATYDESMIDA	
			POLIZONIIDA	
			POLYDESMIDA	
			POLYXENIDA	
			SPIROBOLIDA	
		SYMPHILA		
		HEXAPODA	ENTOGNATHA	COLLEMBOLA
				DIPLURA
				PROTURA
			INSECTA	BLATTARIA
				COLEOPTERA
				DERMAPTERA
				DIPTERA
				EMBIOPTERA
				HEMIPTERA
				HOMOPTERA
	HYMENOPTERA			
	ISOPTERA			
	LEPIDOPTERA			
	MICROCORYPHIA			
	ORTHOPTERA			
	THYSANOPTERA			
	THYSANURA			

7.3 Análisis de los muestreos manuales.

Por medio de las colectas manuales ($n = 52$) se obtuvieron un total de 1,520 individuos (tabla 3). Aunque en la revisión del material colectado se presentaron organismos de la mesofauna como ácaros y colémbolos, se excluyeron de la tabla posterior debido a que no son organismos pertenecientes a la macrofauna (y no fueron colectados de manera directa), sin embargo son mencionados en esta sección debido a la cantidad de organismos presentes. Su presencia puede ser debida probablemente al venir asociados a organismos de la macrofauna, o en los pequeños trozos de madera que se sumergieron en el alcohol. En el anexo 7 se muestran los taxa y número de individuos encontrados en las muestras manuales.

Tabla 3 Grupos faunísticos encontrados en las muestras manuales dentro de los troncos en descomposición.

PHYLUM	SUPER CLASE	CLASE	ORDEN	NO. DE IND.
MOLLUSCA		GASTROPODA	STILOMMATOMORPHA	6
ANNELIDA		CLITELLATA	OLIGOCHAETA	22
ARTHROPODA		ARACHNIDA	ARANEAE	47
			PSEUDOSCORPIONIDA	23
			OPILIONIDA	16
		CRUSTACEA	ISOPODA	17
		CHILOPODA	GEOPHILOMORPHA	45
			LITHOBIOMORPHA	13
			SCOLOPENDROMORPH	37
			SCUTIGEROMORHPA	4
			CHORDEUMIDA	1
		DIPLOPODA	GLOMERIDA	7
			PLATYSEMIDA	6
			POLIZONIIDA	6
			POLYDESMIDA	42
			SPIROBOLIDA	33
		INSECTA	BLATTARIA	25
			COLEOPTERA	307
			DERMAPTERA	79
			DIPTERA	43
			HEMIPTERA	9
			HOMOPTERA	1
	HYMENOPTERA		306	
	ISOPTERA		91	
	LEPIDOPTERA		2	
	MICROCORYPHIA		1	
	ORTHOPTERA		8	
	THYSANOPTERA		2	
	THYSANURA	1		

Los taxa que más individuos presentaron en los muestreos manuales fueron los siguientes, y se adjunta una breve explicación de sus hábitos.

En primer lugar está el orden Coleoptera, con un total de 307 individuos, de los cuales 135 eran larvas, 9 pupas y 163 adultos pertenecientes a las siguientes familias:

- Chrysomelidae (8): La mayoría son fitófagos y sus larvas se alimentan de raíces y los adultos de hojas, la mayoría de estos se alimentan de plantas particulares. Se encontraron en troncos podridos en etapas intermedias y avanzadas de descomposición; posiblemente utilicen el tronco como refugio.
- Curculionidae (4): La mayoría de estas especies se alimentan de plantas, algunos son considerados como grandes plagas, otros se alimentan de las raíces y pueden hacer galerías en ellas; otras especies se alimentan del floema y la albura del tronco ya sea vivo o muerto y otras cuantas se pueden alimentar de polen, flores, frutos y hongos.
- Elateridae (11): Los adultos son bien conocidos por su habilidad de saltar, viven en el follaje de árboles, arbustos, o a veces bajo la corteza. En este trabajo se encontraron en etapas avanzadas de descomposición, lo que nos indica que son especies saproxilófagas.
- Lyctidae (10): Tanto las larvas como los adultos son conocidos por perforar la madera, causando severos daños. Los encontramos en los estados de descomposición II, III y IV, son considerados xilófagos.
- Mordellidae (1): Son comunes en flores y follaje, pero también pueden estar presentes en troncos muertos. A pesar de esto sólo se encontró un ejemplar en la segunda etapa de descomposición del tronco.

- Passalidae (71): Tanto larvas como adultos viven en pequeñas colonias organizadas dentro de los troncos y se alimentan de la madera descompuesta que puede estar combinada con algunos microorganismos. (Como claros representantes de la macrofauna solamente están considerados en las muestras manuales).
- Phalacridae (2): Son comunes en flores y follaje, pero también pueden estar presentes sobre la corteza de troncos; estuvieron presentes en la segunda y tercera etapa de descomposición del tronco.
- Rhysodidae (2): Los adultos y larvas viven en la madera que está parcialmente descompuesta y algunos adultos hibernan en los troncos; estuvieron presentes únicamente en la tercera etapa de descomposición del tronco.
- Scarabaeidae (1): Muchos son económicamente importantes, se alimentan de raíces, hojas, frutas, polen, humus, hongos, madera descompuesta, carroña seca e incluso algunos pueden vivir junto a termitas, los encontramos en troncos en descomposición de la etapa I y IV.
- Staphylinidae (45): Pueden encontrarse en una gran cantidad de hábitat como: bajo piedras, carroña, hongos, flores, en nidos de hormigas y termitas, bajo corteza, en el suelo, en nido de pájaros y cuevas. La mayoría de sus larvas son depredadoras de pequeños organismos. En nuestros resultados fueron los organismos mejor representados y los encontramos en los cuatro estados de descomposición del tronco, siendo más abundantes en la etapa final.
- Tenebrionidae (7): Presentan los mismos hábitos que los anteriores, pero también se pueden encontrar en frutas y la mayoría de los adultos son de hábitos nocturnos (White, 1983). Estuvieron presentes en troncos con etapas de descomposición I, III y IV.

Dentro de los troncos en descomposición la mayoría de los coleópteros son especies saproxílicas, pero también pueden haber micetófagas y depredadoras (Borror et al. 1981; White, 1983). Todos o si no la mayoría están presentes en las cuatro fases de descomposición del tronco, algunos en mayor o menor abundancia dependiendo del estado de descomposición del tronco como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla 4 Familias del orden Coleoptera y su presencia en los diferentes estados de descomposición del tronco.

Familia	No. de individuos	Estados de descomposición del tronco			
		I	II	III	IV
Chrysomelidae	8		2	2	4
Curculionidae	4	1			3
Elateridae	11		3	3	4
Lyctidae	10		5	1	4
Mordellidae	1		1		
Passalidae	71	30	10	14	17
Phalacridae	2		1		1
Rhysodidae	2			2	
Scarabeidae	1	1			1
Staphylinidae	45	6	8	11	20
Tenebrionidae	7	2		4	1

Se puede observar que cinco familias están presentes en la primera fase de descomposición del tronco, siete familias en la segunda y tercera; y nueve en la cuarta fase de descomposición del tronco. A excepción de la familia Passalidae que fue encontrada en la

primera etapa en la cual empiezan a formar sus cámaras, el resto de las familias tienden a estar presentes en mayor cantidad en las últimas fases de descomposición del tronco y es debido a que a la mayoría de los adultos de las familias que se presentaron se les facilita entrar a un tronco con estados de descomposición más avanzados.

Siguiendo el orden de importancia numérica está el orden Hymenoptera con 306 individuos, representados por las subfamilias de la familia Formicidae: Formicinae con 14 individuos, Myrmicinae con 249 y Ponerinae con 42; y una avispa de la familia Proctotrupidae que se presentó en un tronco en descomposición de fase IV; la mayoría de los individuos de esta familia son parásitos de coleópteros y unos cuantos de dípteros. Las subfamilias de la familia Formicidae pueden estar presentes en cualquiera de los cuatro estados de descomposición de un tronco como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5 Subfamilias del orden Hymenoptera y su presencia en los diferentes estados de descomposición del tronco.

Familia	Subfamilia	No. de individuos	Estados de descomposición del tronco			
			I	II	III	IV
Formicidae	Formicinae	42	3	23	2	14
	Myrmicinae	249	35	21	109	84
	Ponerinae	14	9	5		
Proctotrupidae		1				1

Hay muy pocos individuos de la subfamilia Ponerinae debido a que estas hormigas son muy rápidas y una vez que es perturbado el tronco huyen para buscar otro refugio, además de que son muy agresivas, sólo se presentaron en las primeras dos fases de descomposición

del tronco, cuando éste tiene una consistencia dura y existe poca humedad. Por otro lado las otras dos subfamilias tienen un tamaño corporal más reducido y es más fácil capturarlas; están presentes en las cuatro fases de descomposición del tronco.

Una razón por la cual se presentan en gran cantidad, además de que son organismos sociales y viven en grandes colonias es debida a que utilizan el tronco en descomposición para construir sus nidos o habitan algunos ya existentes; estas hormigas van a permanecer ahí hasta que muera la reina o busquen otro refugio cuando es destruido o consumido el que habitaban. La característica de vivir en los troncos es considerado como una adaptación secundaria (Moser, 1963; Snelling, 1976 [citado por Camacho, 1995]. La madera puede ser carcomida por las hormigas hasta transformarla en aserrín pero sin utilizarla para su alimento, desempeñando un papel importante en el proceso de humificación (Dajoz, 1978).

En tercer lugar está la subclase Acarina con 222 individuos, este grupo incluye formas acuáticas y terrestres, son demasiado abundantes tanto en suelo como troncos y su morfología es muy diversa; se alimentan principalmente de hongos que se encuentran en los troncos en descomposición, pero también pueden ser depredadores, carroñeros y pueden contribuir al reciclaje de nutrientes a través de la descomposición (Borror et al. 1981). Se pueden encontrar en las cuatro fases de descomposición del tronco y su gran abundancia es debida al reducido tamaño que pueden tener, variando de 100 micrómetros hasta dos milímetros. Su presencia en los muestreos manuales no fue porque se hayan colectado de manera directa, sino que, como los mencionamos anteriormente, estos organismos se pueden encontrar asociados a otros artrópodos o venir en las pequeñas muestras de madera sumergidas en alcohol.

A continuación se encuentran las clases Diplopoda y Chilopoda con 99 y 95 individuos respectivamente. Dentro de la clase Chilopoda tenemos los siguientes órdenes, así como el número de ejemplares obtenidos: Lithobiomorpha 13, Scolopendromorpha 37, Geophilomorpha 45 y Scutigermorpha 4; y para la clase Diplopoda se encuentran los siguientes órdenes: Chordeumida 1, Glomerida 7, Platydesmida 6, Polydesmida 42, Polizoniida 6 y Spirobolida 33. Los diplópodos son terrestres y viven en hojarasca, bajo piedras y corteza de árboles, dentro y bajo troncos podridos y también están en cuevas. La gran mayoría se alimentan de material vegetal en descomposición pero también pueden comer restos de organismos más pequeños. (Bueno, 1996). Son descomponedores característicos y como se observa en la tabla conforme aumentan las fases de descomposición su presencia va aumentando. Los quilópodos se encuentran en hojarasca, bajo corteza y en troncos en descomposición; algunos se caracterizan por desplazarse muy rápido y se pueden alimentar de insectos, arañas y otros animales de menor tamaño. Todos poseen aguijones venenosos (Borror et al. 1981). Tanto diplópodos como quilópodos se encuentran en las cuatro fases de descomposición del tronco como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla 6 Órdenes de la clase Chilopoda y Diplopoda y su presencia en los estados de descomposición.

Clase	Orden	No. de individuos	Estados de descomposición			
			I	II	III	IV
CHILOPODA	Geophilomorpha	45	3	5	9	28
	Lithobiomorpha	13	2	2	1	8
	Scolopendromorpha	37	6	5	8	18
	Scutigermorpha	4		1	2	1
DIPLOPODA	Chordeumida	1				1
	Glomerida	7	1		1	3
	Platydesmida	6			4	2
	Polizoniida	6			3	3
	Polydesmida	42	5	3		34
	Spirobolida	33	5	2	1	25

Los 10 órdenes estuvieron presentes en el último estado (IV) de pudrición de los troncos, ocho de ellos estuvieron presentes en III y seis órdenes en los tipos de pudrición I y II. La mayoría de los órdenes tienden a estar con más frecuencia en las últimas etapas de descomposición del tronco.

Al igual que la familia Formicidae, el orden Isoptera se caracteriza por presentar grandes colonias de organismos por lo cual su presencia en los troncos los ubica en quinto lugar del muestreo manual con 91 individuos, que incluyen a las familias Kalotermitidae con 63 individuos y Rhinotermitidae con 28 individuos respectivamente. Estos organismos son grandes consumidores de celulosa, celobiosa, hemicelulosa y lignina, compuestos que se presentan en mayor proporción en la madera en los ecosistemas tropicales (Dajoz, 1978).

Las termitas pueden vivir en hábitat subterráneos húmedos, bajo tierra y en troncos tanto vivos como en descomposición; los termiteros que construyen pueden llegar a medir hasta 9 metros de altura; esto fundamentalmente en algunos países de África. En la región de Cuetzalan, las galerías de las termitas son subterráneas y aceleran la infiltración y penetración de agua e incrementan la porosidad (Lee y Word, 1971 citado por Camacho, 1995). Algunas especies presentan simbiosis con los protozoarios que viven en el interior de su tubo digestivo; éstos son responsables de la digestión de la celulosa y corresponden a las familias más primitivas del orden Isoptera como es el caso de la familia Kalotermitidae (Borror et al. 1981).

A pesar de que se encontraron termitas en los muestreos manuales, estos organismos no estuvieron presentes en los muestreos realizados por el método del Embudo de Berlese, probablemente debido al poco número de muestras en donde ellos estuvieron presentes, o a su fragilidad ante los cambios producidos por el método de muestreo. Este orden únicamente se presentó en la última etapa de descomposición del tronco.

El grupo que sigue es el orden Dermaptera con 79 individuos, representados por dos familias: Forficulidae y Labiidae con 18 y 61 organismos respectivamente. La mayoría son nocturnos y se pueden encontrar bajo corteza de árboles y en sitios donde se pueden proteger. Se alimentan principalmente de materia vegetal viva o muerta, pero también hay especies depredadoras y en algunas plantaciones se consideran grandes plagas (Borror y White, 1970). Están presentes en las cuatro fases de descomposición del tronco, siendo un poco más abundantes en las últimas fases (III y IV); y se pueden encontrar ahí debido a que en el tronco pueden encontrar alimento así como refugio de otros depredadores (Rueda y Lobo 1997).

Aunque por el método de muestreo manual no se pretendía obtener mesofauna, pero al igual que la clase Acarida su presencia es notoria; se menciona en séptimo lugar al orden Collembola con 71 individuos pertenecientes a las siguientes familias: Entombryidae con 43, Isotomidae con 26 y Sminthuridae con 2 individuos respectivamente. Son muy comunes y abundantes, la mayoría vive en el suelo, hojarasca, bajo corteza, en troncos descompuestos y sobre hongos; algunos viven en el agua, vegetación, en nido de termitas y cuevas. Sus poblaciones llegan a alcanzar hasta 10,000 individuos por metro cúbico (Borror y White, 1970). La razón por la cual se encontraron en las muestras manuales, podría deberse a su cercanía con otros organismos o a su ubicación en algunos pequeños pedazos de madera adicionados a las muestras manuales. La mayoría se alimenta de material en descomposición, también de hongos, bacterias, polen, algas y otros materiales (Borror et al. 1981). Están presentes en todas las fases de descomposición del tronco.

En octavo lugar se encuentra el orden Araneae con 47 individuos. Pueden vivir en todo tipo de hábitat, pero poco se sabe acerca del papel que juegan cuando viven bajo corteza; el papel que pueden tener en este tipo de hábitat es: como constructoras de redes, acechadoras y cazadoras. Las familias más abundantes que se encuentran en este tipo de hábitat son: Pholcidae, Salticidae, Araneidae y Uloboridae (Manhart, 1994). Su alimentación va de insectos pequeños en la mayoría de las especies hasta de mamíferos de reducido tamaño en tan sólo unas cuantas especies. Aunque se presentaron en todas las fases de descomposición del tronco como se muestra en la tabla, su abundancia fue relativamente baja, sólo en una muestra de tronco llegó a tener seis individuos y en el resto fue de un individuo.

Tabla 7 Orden Araneae y su presencia en los estados de descomposición del tronco.

Orden	No. de individuos	Estados de descomposición del tronco			
		I	II	III	IV
Araneae	47	3	16	6	22

Hay mayor presencia de este orden para los tipos de pudrición IV y II en contraste con el tipo de pudrición I y III.

En el siguiente lugar encontramos el orden Diptera con 43 individuos, de los cuales 36 son larvas y siete adultos todos ellos pertenecientes a la familia Phoridae. Las larvas de los dípteros pueden vivir en diferentes hábitat, como agua, suelo, bajo corteza y piedras e incluso en vegetación; durante el estadio larvario se alimentan principalmente de material descompuesto tanto de origen animal como vegetal (Borror et al. 1981). Muchos dípteros depositan sus huevos en el tronco en donde se desarrollan, algunas de estas larvas no solo ocupan el tronco como refugio, sino también para alimentarse tratándose en este caso de larvas saproxilófagas (Dajoz, 2000). Estuvieron presentes en su mayoría en los estados de descomposición III y IV, no hubo ninguno en el estado II y se reportó un individuo en el estado I, lo que indica que tienen preferencia por las últimas fases de descomposición del tronco. En cambio la familia Phoridae está presente únicamente en la primera y última fase de descomposición del tronco. Cabe destacar que la familia Phoride presenta especies que pueden o no ser ápteras, y de las siete que se colectaron, ninguna presentó alas por eso fue fácil su captura; se alimentan de detritus y su presencia en el tronco en descomposición se debe a que son parásitos de otros insectos (Dajoz, 2000).

A continuación está el orden Blattaria con 25 individuos, siendo 19 adultos representados por las siguientes dos familias: Blaberidae 12, Blatellidae 7 y 6 ninfas. Se alimentan de material en descomposición, presentan una diversidad de hábitat y son consideradas grandes plagas cuando se trata de especies que colonizan casas. Estuvieron presentes en las etapas III y IV únicamente. Lo que se observó es que todos los individuos encontrados se presentan asociados a la familia Passalidae (Coleoptera) ya que todos los individuos capturados estuvieron junto a las diferentes especies de esta familia. Debido a que los blátidos son descomponedores se pueden alimentar de las heces y detritus que dejan estos coleópteros en el interior de sus galerías y en esta relación las cucarachas se pueden ver beneficiadas sin afectar a los coleópteros (Castillo y Reyes-Castillo, 1982).

En penúltimo lugar está el orden Pseudoscorpiones con 23 individuos. Pueden vivir bajo corteza y piedras, en hojarasca y musgo, también se encuentran junto a organismos más grandes como es el caso de pseudoescorpiones que se encuentran bajo los élitros de los pasálidos (Reyes–Castillo y Hendrichs, 1975); se alimentan principalmente de insectos más pequeños como ácaros y colémbolos (Rueda y Lobo, 1997). Su distribución está muy equilibrada en las cuatro etapas de descomposición como lo muestra la tabla adjunta.

Tabla 8 Orden Pseudoscorpiones y su presencia en los estados de descomposición del tronco.

Orden	No. de individuos	Estados de descomposición del tronco			
		I	II	III	IV
Pseudoscorpiones	23	5	6	2	10

En último lugar de los grupos faunísticos mejor representados, se menciona al orden Oligochaeta con 22 individuos. Las lombrices normalmente se encuentran en el suelo pero también se sabe que pueden estar presentes dentro de los troncos podridos, se alimentan de detritus y no se sabe casi nada del papel que pueden desempeñar dentro del tronco. Están presentes en las cuatro etapas de descomposición del tronco y lo único interesante que se puede mencionar es el gran tamaño que pueden presentar, pudiendo ser de unos 5 a 15 centímetros. En el Anexo 1 se presenta la gráfica con todos los grupos colectados manualmente, así como también los grupos que no fueron incluidos en la sección anterior. Se puede observar en la gráfica que el mayor número de organismos pertenece a los órdenes: Hymenoptera, Coleoptera, Isoptera, Dermaptera y Araneae; en contraste podemos encontrar a los órdenes Protura y Thysanura con un solo individuo.

7.4 Análisis del muestreo por embudo de Berlese.

Se realizaron un total de 43 extracciones por el método de embudo de Berlese, de los cuales se obtuvieron un total de 21,253 individuos pertenecientes a tres Phyla. En el anexo 8 se muestran los taxa y número de individuos encontrados por el método de embudo de Berlese.

Tabla 9 Grupos faunísticos encontrados por el método de embudo de Berlese en la zona de Cuetzalan del Progreso, Puebla.

PHYLUM	SUPER CLASE	CLASE	ORDEN	NO. DE IND.	
MOLLUSCA		GASTEROPODA	STILOMMATOMORPHA	4	
ANNELIDA		CLITELLATA	OLIGOCHAETA	1	
ARTHROPODA		ARACHNIDA	ARANEAE	34	
			PSEUDOSCORPIONIDA	56	
			OPILIONIDA	1	
		ACARIDA		10,617	
		CRUSTACEA	ISOPODA	4	
		CHILOPODA	GEOPHILOMORPHA	26	
			LITHOBIOMORPHA	46	
			SCOLOPENDROMORPHAA	29	
			PLATYDESMIDA	2	
			POLYDESMIDA	175	
			POLYXENIDA	3	
		DIPLOPODA	SPIROBOLIDA	7	
		SHYMPHYLA		22	
		HEXAPODA	ENTOGNATHA	COLLEMBOLA	6,139
				DIPLURA	30
			INSECTA	BLATTARIA	6
				COLEOPTERA	3,480
				DERMAPTERA	21
				DIPTERA	105
	EMBIOPTERA			1	
	HEMIPTERA			99	
	HOMOPTERA			42	
	HYMENOPTERA			1,877	
	THYSANOPTERA	78			

A continuación se presenta la información sobre los 12 grupos faunísticos más relevantes encontrados por este muestreo de acuerdo al número de individuos colectados.

La subclase Acarina, en donde se incluye el orden Oribatida presentan 10,617 individuos siendo 5,476 ácaros y 4,145 oribátidos; estuvieron presentes en los cuatro estados de descomposición del tronco mostrado en la tabla 10. Cabe destacar que por medio de este método de muestreo estos organismos se presentaron en los 43 troncos que fueron procesados, lo que quiere decir que son organismos consistentes en este hábitat, así también como los más abundantes. Muchos autores excluyen a los ácaros de estudios de este tipo por razones particulares, debido a que se presentan en gran número lo cual dificulta el trabajo, así como también la dificultad por conocer la gran cantidad de especies presentes, como es en el caso de Larkin y Elbourn, 1964. Por otro lado Seasedt, Reddy y Cline, 1989; en un estudio realizado en Oregon, USA, reportaron 7,325 individuos con 44 especies que estuvieron presentes en cinco estados de descomposición del tronco por ellos considerados. Estos autores analizaron a los ácaros de acuerdo a los cuatro órdenes: Cryptostigmata, Prostigmata, Mesostigmata y Astigmata. El número de oribátidos reportado por ellos es de 219 individuos.

Tabla 10 Subclase Acarina y su presencia en los estados de descomposición del tronco.

Orden	No. de individuos	Estados de descomposición del tronco			
		I	II	III	IV
Acari	5476	639	1103	1643	2087
Oribatida	5145	467	1401	1121	2156

Como se puede observar en la tabla el número de individuos fue aumentando conforme iba aumentando la pudrición del tronco (estados I a IV).

Después de la subclase Acarina encontramos el orden Collembola con 6,139 individuos pertenecientes a las siguientes familias: Entomobrydae con 2,762, Isotomidae con 3,355, Poduridae con 15 y Sminthuridae con 7 individuos. Se localizan en grandes cantidades en todas las fases de descomposición del tronco como lo muestra la tabla 11. Seasedt et al., 1989, reportaron 338 individuos que se encontraron distribuidos por igual en las cinco etapas de descomposición del tronco que fueron consideradas por ellos.

Tabla 11 Orden Collembola y su presencia en los estados de descomposición del tronco.

Familia	No. de individuos	Estados de descomposición del tronco			
		I	II	III	IV
Entomobryda	2762	569	426	472	1295
Isotomidae	3355	953	702	791	909
Poduridae	15	1	2	8	4
Sminthuridae	7		2	2	3

El número de individuos por estado de descomposición fue mayor en el tipo de pudrición IV, el que le sigue es el II, da ahí el I y por último el III tipo de pudrición del tronco; esto podría concordar con el número de troncos que fueron procesados por el embudo de Berlese siendo 9, 11, 8 y 15 para los tipos de pudrición I, II, III y IV respectivamente. Sin embargo el aumento de organismos para las fases posteriores de la descomposición de los troncos es evidente ya que las condiciones microambientales son similares a las presentadas en los suelos.

A continuación encontramos el orden Coleoptera con 3,480 individuos. Las familias fueron: Chrysomelidae, Ciidae, Curculionidae, Elateridae, Histeridae, Lyctidae, Nitidulidae, Phalacridae, Pselaphidae, Ptilidae, Scarabaeidae, Scydmaenidae, Staphylinidae y 1,106 larvas de diversas familias. El número de organismos que se encontró para cada uno de ellos se presenta en la tabla 12. En la obtención de fauna por embudo de Berlese se presentaron otros grupos de coleópteros y solo se discutirán las familias nuevas que no se presentaron por medio del muestreo manual:

- Ciidae (63): Se encuentran bajo corteza, hongos y en troncos en descomposición, se alimentan únicamente de hongos.
- Histeridae (1): Se alimentan exclusivamente de insectos y otros pequeños animales, se pueden encontrar en estiércol y material en descomposición; pero la mayoría se encuentra en troncos podridos.
- Nitidulidae (1): Se encuentran en flores, frutas y en vegetación en descomposición y se alimentan de tejidos muertos.
- Ptiliidae (42): Son considerados los coleópteros más pequeños que hay, viven en lugares muy húmedos, como el material en descomposición, heces, bajo corteza y hongos muertos. Se alimentan principalmente de hongos.
- Scydmaenidae (27): Se encuentran en lugares húmedos, bajo corteza y suelo, en nidos de hormigas y termitas así como material en descomposición. (White, 1983).

Al igual que en las muestras manuales los coleópteros se encuentran en las cuatro fases de descomposición del tronco (tabla 12). En estudios anteriores se han reportado 16 familias de este orden que fueron encontradas en madera derribada de *Pinus patula* (Dajoz, 1967, citado por Morón, 1985). En el año de 1986 Morón colectó 3,500 larvas, pupas y adultos del orden Coleoptera pertenecientes a 27 familias que estuvieron presentes en los primeros

estados de descomposición del tronco de *Liquidambar*; lo interesante es que todas sus muestras las obtuvo de manera directa. Todas las especies de coleópteros saproxilófagos tienen una gran importancia como integrantes del complejo de degradadores primarios forestales asociados al bosque mesófilo de montaña (Morón y Terrón, 1986). Siitonen, (1994) en un estudio realizado sobre abetos, a los cuales les retiró cuidadosamente la corteza, encontró un total de 7,184 individuos con 207 especies saproxílicas, el volumen estimado de madera muerta analizada fue de 40 m³/ha. Similä et al. (2003) en un estudio realizado en Finlandia para un bosque de pino, sugieren que para la sobrevivencia de los coleópteros saproxílicos debe de haber un incremento en el volumen de madera muerta, pero de forma más importante sugieren que hay que mejorar el manejo de los bosques para que haya más diversidad y continuidad de troncos muertos.

Tabla 12 Orden Coleoptera y su presencia en los estados de descomposición del tronco.

Familia	No. de individuos	Estados de descomposición del tronco			
		I	II	III	IV
Chrysomelidae	2				2
Ciidae	63		6	2	55
Curculionidae	211	27	29	2	153
Elateridae	1			1	
Histeridae	1				1
Lyctidae	102	24	7	17	54
Nitidulidae	1				1
Phalacridae	7		2		5
Pselaphidae	21	1	6		14
Ptiliidae	42	7	11	1	29
Scarabaeidae	1	1			
Scydmaenidae	27	10	8	4	5
Staphylinidae	152	17	24	23	88
Larvas	1106	80	117	622	287

Algunas familias del orden Coleoptera se encuentran en las cuatro fases de descomposición del tronco siendo el caso de las familias Curculionidae, Lyctidae, Ptiliidae, Scydmaenidae y Staphylinidae; y otras sólo se presentan en un solo tipo de pudrición como es el caso de las familias Chrysomelidae, Elateridae, Nitidulidae y Scarabaeidae. El resto se presenta en dos o tres estados de descomposición.

De las familias de coleópteros obtenidos tanto por muestreo manual como por el método del embudo de Berlese las únicas que presentaron especies verdaderamente saproxilófagas fueron: Curculionidae, Lyctidae, Passalidae, Rhypiceridae y Rhysodidae.

En cuarto lugar está el orden Hymenoptera con 1,877 individuos pertenecientes la mayoría a la familia Formicidae con las siguientes subfamilias: Dolichoderinae 18, Dorylinae 4, Formicinae 417, Myrmicinae 1,404 y Ponerinae con 29, cuatro individuos de la familia Chalcididae y un sólo individuo de la familia Mymaridae. Los individuos de la familia Formicidae están distribuidos en las cuatro etapas de descomposición del tronco, la familia Chalcididae se presentó en las primeras tres fases; y la familia Mymaridae se encontró en la segunda etapa de descomposición del tronco.

A continuación se presentan las clases Diplopoda, Chilopoda y Symphyla con 361 individuos con los siguientes órdenes para Chilopoda: Lithobiomorpha 46, Geophilomorpha 26 y Scolopendromorpha 29; y para Diplopoda: Glomerida 51, Platydesmida 2, Polyxenida 3, Polidesmida 175 y Spirobolida 7. Los individuos se pueden encontrar en las cuatro fases de descomposición del tronco dependiendo del orden (tabla 13).

Tabla 13 Órdenes de la clases Chilopoda y Diplopoda y Symphyla de acuerdo al estado de descomposición del tronco.

Clase	Orden	No. de ind.	Estados de descomposición del tronco			
			I	II	III	IV
Chilopoda	Geophilomorpha	26	2	3	1	20
	Lithobiomorpha	46	5	18	13	10
	Scolopendromorpha	29	2	4	7	16
Diplopoda	Glomerida	51	32	6	3	10
	Platydesmida	2			2	
	Polydesmida	175	15	63	9	88
	Polyxenida	3				3
	Spirobolida	7		1		6
Symphyla		22	1		9	12

Hay 5 órdenes que están presentes en las cuatro fases de descomposición del tronco, el orden Spirobolida sólo se presenta en dos y los órdenes Platydesmida y Polyxenida únicamente están en una fase de pudrición del tronco.

Los órdenes encontrados para la clase Chilopoda todos son depredadores y es más notable su presencia en etapas intermedias y finales de descomposición del tronco debido posiblemente a que hay más presas; por el contrario los órdenes de la clase Diplopoda son descomponedores y varía el número de individuos dependiendo del estado de descomposición; teniendo preferencia el orden Glomerida por la primera fase y el resto por las últimas fases de descomposición el tronco.

En cuanto a la clase Symphyla, se presentó en sólo tres fases de descomposición del tronco. Se pueden encontrar en lugares húmedos, en el suelo, bajo corteza y piedras, en troncos en descomposición y en otros lugares húmedos. Se alimentan de raíces de plantas y de algunas cosechas de vegetales (Borrer et al. 1981). Su presencia en los troncos se justifica porque su principal alimento consta de desechos vegetales que pueden estar presentes dentro de los troncos en descomposición.

Adelante encontramos el orden Diptera con 105 individuos de los cuales 67 son larvas, los adultos pertenecen a las siguientes familias: Cecidomyiidae 8, Ceratopogonidae 1, Culicidae 1, Chironomidae 2, Mycetophilidae 1, Phoridae 19, Psychodidae 7, Scatopsidae 3 y Xilophagidae 1. Algunas de las familias se pueden encontrar en las cuatro fases de descomposición del tronco como es el caso de la familia Phoridae y Psychodidae. La familia Cecidomyiidae se presenta en tres etapas de descomposición pero por el contrario seis familias se presentan en sólo una de las cuatro fases que hay (tabla 14). La mayoría de las larvas de dípteros se encuentran bajo la corteza durante la segunda y tercera fase de descomposición del tronco, que son las etapas en las cuales hay un aumento de la humedad, y de acuerdo a Larkin & Elbourn (1964) los adultos prefieren depositar sus huevos.

Los dípteros saprofilicos se encuentran en varias familias, pero todavía son mal conocidos; los adultos de estas especies depositan sus huevos en la madera húmeda para que se puedan desarrollar como es el caso de las familias: Ceratopogonidae, Culicidae, Chironomidae, Mycetophilidae y Psychodidae, y las larvas se alimentan principalmente de madera en descomposición (Dajoz, 1978).

Tabla 14 Orden Diptera y su presencia en los estados de descomposición del tronco.

Familia	No. de individuos	Estados de descomposición del tronco			
		I	II	III	IV
Cecidomyiidae	8	4	1		3
Ceratopogonidae	1				1
Culicidae	1	1			
Chironomidae	2	1			1
Mycetophilidae	1		1		
Phoridae	19	5	8	3	3
Psychodidae	7	2	1	1	3
Scatopsidae	3				3
Xilophagidae	1		1		
Larvas	67	4	7	24	32

Los adultos de las especies saprofilicas anteriormente mencionadas tienen preferencia por las últimas fases de descomposición del tronco en las cuales depositan sus huevos, así que la cantidad de larvas es notoria.

A continuación se menciona al orden Hemiptera con 99 individuos, de los cuales 96 son ninfas y el resto se encuentran en tres casos en las siguientes familias: Aradidae 1, Mesovellidae 1 y Reduviidea 1, presentándose los tres en el tipo de pudrición I. En general los hemípteros normalmente depositan sus huevos en plantas, hendiduras o grietas; hay especies tanto terrestres como acuáticas. Se pueden alimentar de plantas y en algunos casos son considerados plagas, otras especies son depredadoras (Borrór te al. 1981).

Tabla 15 Orden Hemiptera y su presencia en los estados de descomposición del tronco.

Familia	No. de individuos	Estados de descomposición del tronco			
		I	II	III	IV
Aradidae	1	1			
Mesovellidae	1	1			
Reduviidae	1	1			
Ninfas	96	7	46	3	40

Todas las ninfas recolectadas están presentes en las cuatro fases de descomposición del tronco, pero las únicas tres familias encontradas se presentaron en la primera fase de descomposición del tronco. Se sabe muy poco acerca de la presencia de este orden en los troncos podridos y en algunos artículos sólo se menciona la presencia o ausencia de ellos (Larkin & Elbourne, 1964). De las tres familias que se presentaron en nuestros resultados, dos de ellas son depredadoras y la familia Aradidae es fitófaga (Borror et al. 1981). En cuanto a las ninfas su presencia se puede deber a que son depredadoras u ocupan el tronco como nido o refugio.

El octavo lugar lo ocupa el orden Thysanoptera con 78 individuos todos pertenecientes a la familia Phlaeothripidae que está presente en las cuatro fases de descomposición del tronco (tabla 16). En general los trips son fitófagos y en algunos casos son considerados plagas, también comen esporas de hongos y unos pocos son depredadores de pequeños artrópodos (Borror et al. 1981). Se sabe relativamente poco acerca de este orden y del papel que pueden tener en los troncos. Larkin y Elbourne (1964), en Canadá realizaron un trabajo

sobre la fauna de insectos en troncos de roble (*Quercus robur*) y reportaron 11 individuos de este orden. La presencia de la familia Phlaeothripidae en los troncos muestreados, se debe probablemente a que se alimenta de los diferentes hongos y esporas presentes en los troncos en descomposición.

Tabla 16 Orden Thysanoptera y su presencia en los estados de descomposición del tronco.

Orden	No. de individuos	Estados de descomposición del tronco			
		I	II	III	IV
Thysanoptera	78	34	15	7	22

En seguida tenemos el orden Pseudoscorpiones con 56 individuos los cuales están en los cuatro estados de descomposición del tronco, siendo mayor en el cuarto estado, seguido por el primero, segundo y tercero (tabla 17).

Tabla 17 Orden Pseudoscorpiones y su presencia en los estados de descomposición del tronco.

Orden	No. de individuos	Estados de descomposición del tronco			
		I	II	III	IV
Pseudoscorpiones	56	10	10	2	34

La presencia de este orden en los troncos se debe principalmente al hábito alimenticio, siendo este de pequeños artrópodos; se aprecia también un mayor número de organismos en la última etapa de descomposición del tronco.

En décimo lugar se encuentra el orden Homoptera con 42 individuos de los cuales 14 son ninfas y los demás están en las siguientes familias: Cicadellidae con 25, Cicadidae con 2 y 1 sólo ejemplar Cercopidae.

Tabla 18 Orden Homoptera y su presencia en los estados de descomposición del tronco.

Familia	No. de individuos	Estados de descomposición del tronco			
		I	II	III	IV
Cicadellidae	25	5	6	1	13
Cicadidae	2				2
Cercopidae	1			1	
Ninfas	14		7		7

La primera familia se encuentra en las cuatro fases, la segunda en la IV y la última en la III fase de descomposición del tronco. Todos los homópteros se alimentan de plantas y en algunos casos son considerados plagas (Borrór et al. 1981). Tienen hábitos solitarios y gregarios, son succionadores de savia en tallos, hojas y frutos (Morón y Terrón, 1988). En un trabajo que se realizó en Dinamarca, este orden se encontró principalmente en madera sana de hayas (Dajoz, 2000). Posiblemente su presencia se deba a que se alimentan de las diferentes plantas que pueden estar sobre la corteza de los troncos en descomposición, y también pueden usarlos como refugio

En el orden Araneae se encontraron 34 individuos, solo en tres estados de descomposición del tronco, con excepción del tercer estado de pudrición en el que no se presentó ningún individuo (tabla 19).

Tabla 19 Orden Araneae y su presencia en los estados de descomposición del tronco.

Orden	No. de individuos	Estados de descomposición del tronco			
		I	II	III	IV
Araneae	34	3	11		20

Estos organismos son depredadores y seguramente en el interior de los troncos en descomposición encuentran refugio y alimento, el cual puede consistir en otros artrópodos. Nosotros pudimos observar que en algunos casos construyen sus pequeñas redes entre la corteza y la albura. Es notoria su aumento en la última fase de descomposición, donde hay una mayor oferta de alimento para estos depredadores.

En último lugar se encuentra el orden Diplura con 30 individuos, que pertenecen a estas dos familias: Campodeidae con 27 y Japygidae con 3; la primera es un típico habitante de los troncos podridos, pues está presente en las cuatro etapas de descomposición del tronco, en contraste con la segunda familia que sólo se presentó en la última etapa de pudrición (tabla 20), cuando las condiciones ambientales le son más favorables ya que en general los diplúros se pueden encontrar en lugares húmedos, en el suelo, bajo corteza y piedras, en troncos en descomposición e incluso cuevas (Borror et al. 1981).

Tabla 20 Orden Diplura y su presencia en los estados de descomposición del tronco.

Familia	No. de individuos	Estados de descomposición del tronco			
		I	II	III	IV
Campodeidae	27	1	13	2	11
Japygidae	3				3

Los dipluros pueden ser tanto detritívoros como depredadores y esa es una de las razones por las cuales se pueden encontrar en los trocos en descomposición.

En el Anexo 2 y 3 se presentan las gráficas con los taxa que fueron procesados por embudo de Berlese; en el anexo dos se presentan los taxa por arriba de cien individuos y en el anexo tres los taxa que presentaron menos de cien individuos. En la primera gráfica el mayor número de individuos pertenecen a las clases Acari y los órdenes Collembola, Coleoptera e Hymenoptera; en comparación con los pocos individuos encontrados para los órdenes Embioptera, Opilionida y Oligochaeta (Anexo 3).

7.5 Análisis generales de las muestras de madera en descomposición.

De los resultados generales obtenidos de las muestras de madera analizada tanto de manera manual como por el método del embudo de Berlese, hacemos algunas observaciones. En la tabla 21 se presentan tanto el menor como el mayor número de taxa e individuos obtenidos de las muestras tomadas por los dos tipos de muestreos, relacionándolas con los cuatro estados de descomposición en que se analizaron las muestras de madera podrida.

Tabla 21 Número mínimo y máximo de órdenes e individuos tomados tanto manualmente como por embudo de Berlese.

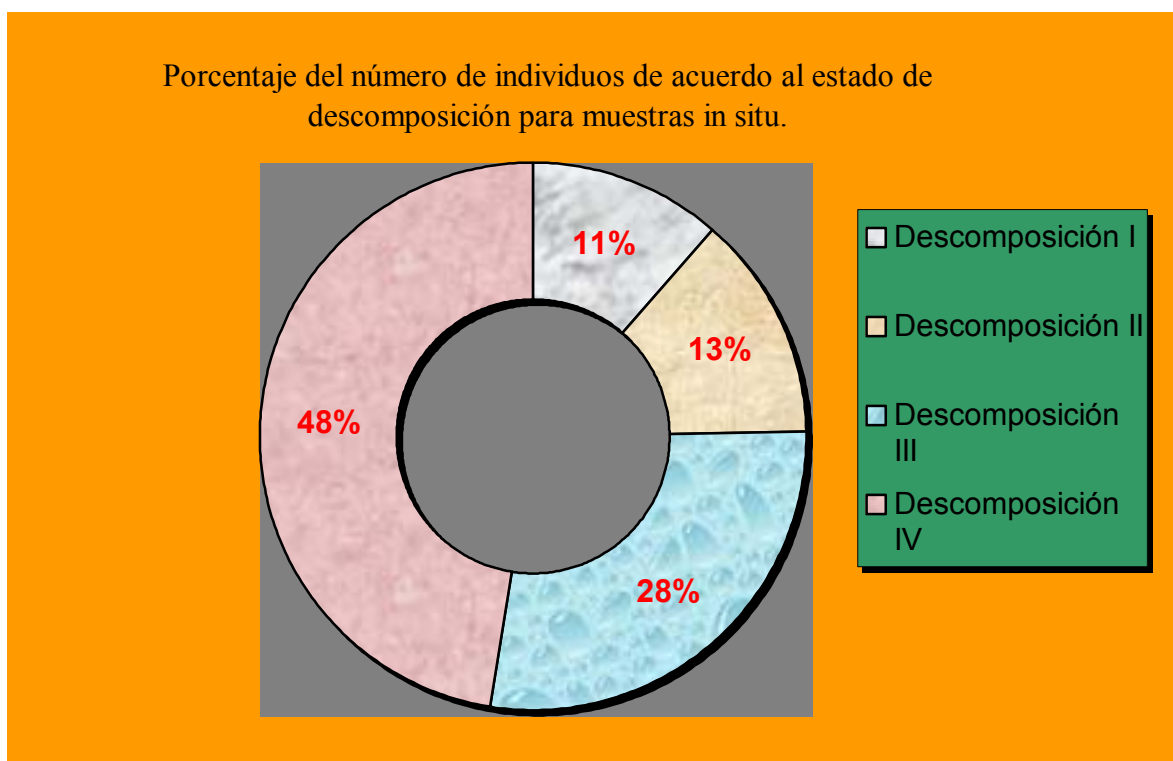
Estado de descomposición	Rango de órdenes por muestras <i>in situ</i>	Rango de órdenes por embudo de Berlese	Rango de individuos por muestras <i>in situ</i>	Rango de individuos por embudo de Berlese
I	1 – 10	4 – 14	1 – 36	117 – 1061
II	3 – 10	6 – 17	6 – 63	64 – 1110
III	2 – 10	6 – 11	9 – 85	238 – 1818
IV	4 – 11	6 – 16	7 – 177	55 – 2192

En cuanto al análisis por número de órdenes capturados manualmente encontramos que el menor número fue de un grupo taxonómico y se encontró en una muestra de madera con un estado de descomposición inicial (I) y el mayor número de órdenes fue de 11 para un estado final de pudrición (IV), lo cual coincide con lo esperado; por el contrario por el método del embudo de Berlese el menor número de órdenes obtenidos fue de cuatro para el tipo de pudrición I y el mayor número de órdenes fue de 17 para un estado de descomposición intermedio (II), aunque en el último estado de descomposición se obtuvieron 16 taxa, solo uno menos que el anterior.

En cuanto al número de individuos obtenidos por muestreo en relación a los estados de descomposición de las muestras de madera. Tenemos que el menor número de individuos capturados manualmente fue de uno para el estado de descomposición I y el mayor número de individuos fue 177 para el último estado. Por otra parte el menor y mayor número de individuos obtenidos por embudo de Berlese es de 55 y 2,192 para el estado de pudrición IV (tabla 21). Los resultados no corresponden con lo esperado para el menor número, alguna razón podría deberse a que puede haber troncos muy secos en el estado de descomposición de tipo IV, y esto no permite que existan las condiciones adecuadas para que los organismos se mantengan en el tronco.

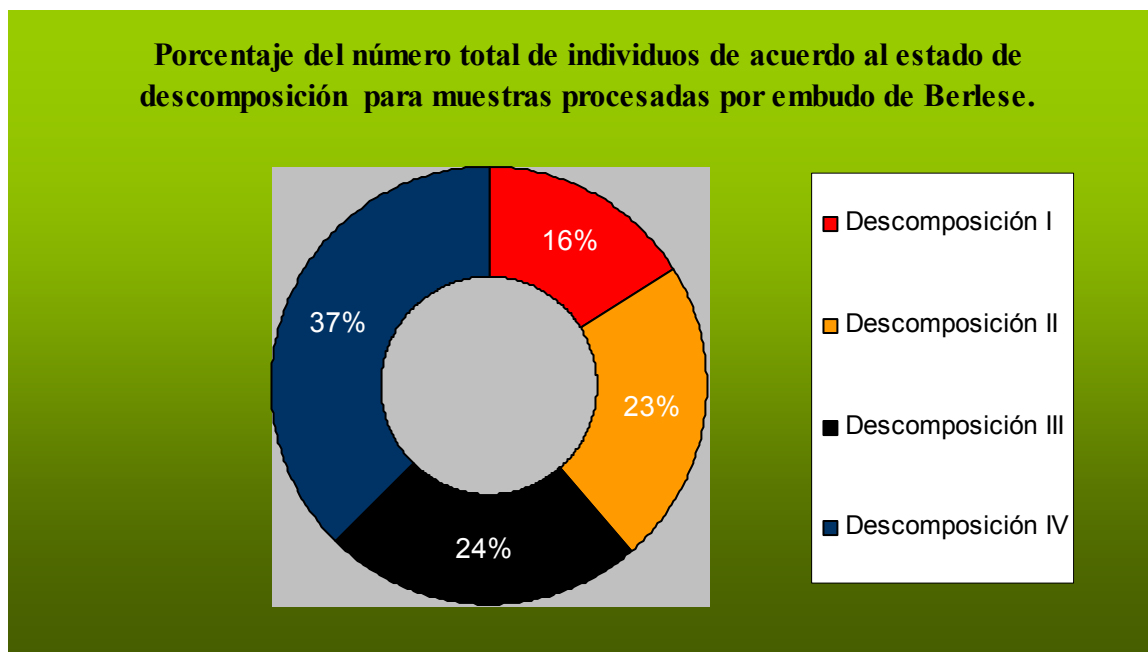
La relación que hay entre el número total de individuos que fueron colectados manualmente y el tipo de pudrición se da en la siguiente figura:

Figura 2 Porcentaje del número de individuos de acuerdo al estado de descomposición para muestras *in situ*.



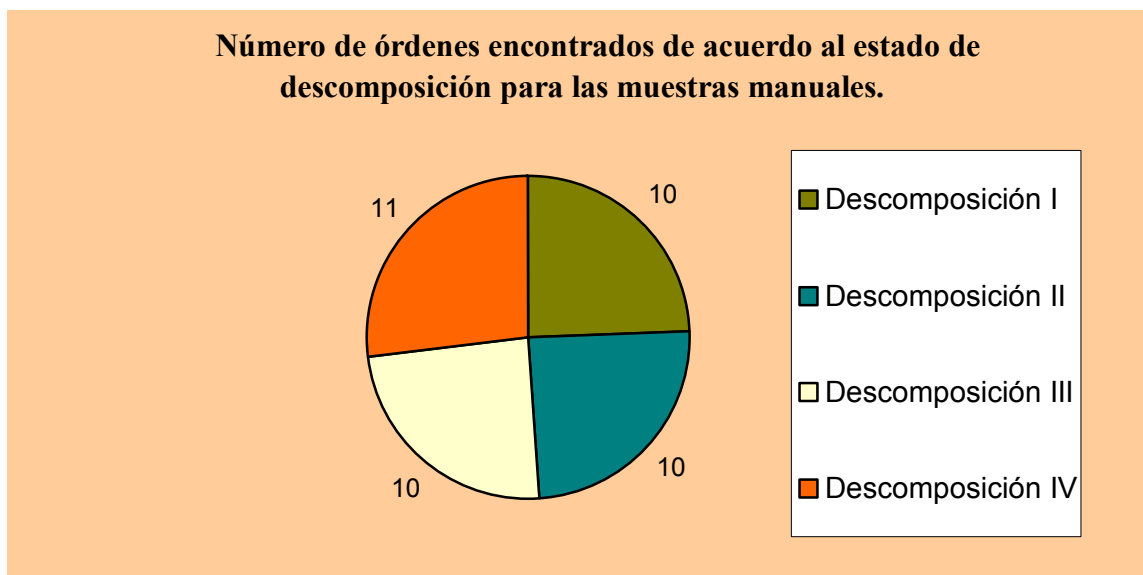
Como se puede observar existe un orden ascendente en el número de individuos presentes en las muestras colectados manualmente en relación al tipo de descomposición del tronco, lo cual era lo esperado, siendo un 11 % de individuos para el estado de descomposición I, 13 % para el II, 28 % para el III y un 48 % para el cuarto estado de descomposición. Por el método de embudo de Berlese el resultado sigue un tendencia similar, pero con porcentajes diferentes; siendo 16 % para el estado de descomposición I, 23 % para el II, 24 % para el III y por último un 37 % para el cuarto estado de descomposición, como se muestra en la figura 3.

Figura 3 Porcentaje del número total de individuos de acuerdo al estado de descomposición para muestras procesadas por embudo de Berlese.



A continuación se muestra la relación que hay entre el número total de taxa encontrados por estado de descomposición (figura 4).

Figura 4 Número de órdenes encontrados de acuerdo al estado de descomposición para las muestras manuales.



Los resultados en relación al número de taxa encontrados en las muestras manuales, en general se presentan muy equilibrados; para el estado de descomposición I, II y III el mayor número de órdenes encontrados fue 10 y para el estado de descomposición IV fue de 11. El análisis de los resultados mostró que el número de grupos faunísticos encontrados es muy similar y casi se mantienen constantes conforme avanzan las fases de descomposición del tronco, aumentando uno en la etapa final del proceso. Lo anterior concuerda con la siguiente tabla.

Tabla 22 Número de órdenes y de individuos para troncos muestreados manualmente en relación al estado de descomposición.

Estado de descomposición	No. de troncos	No. de órdenes	Individuos	
			Número	Media y desviación estándar
I	9	10	170	6.2 ± 2.68
II	11	10	202	6 ± 2
III	13	10	421	6.23 ± 2.27
IV	19	11	718	7.42 ± 1.92

En los alrededores de Cuetzalan lo que vemos es que la mayoría de los troncos muestreados se encuentran en una fase de descomposición intermedia y avanzada, siendo menos los troncos en etapas iniciales de pudrición y esto se puede deber a que la mayoría de los troncos revisados llevan bastante tiempo en el suelo y por lo tanto su etapa de pudrición va a ser avanzada; por el contrario son muy pocos los troncos que se han caído recientemente los cuales presentan etapas de pudrición iniciales e intermedias; es muy posible que los troncos recién caídos, sean recogidos y utilizados por los lugareños, principalmente como leña.

Lo que se esperaba de este trabajo es que conforme avanzaran las fases de descomposición del tronco, el número de grupos faunísticos fuera aumentando, sin embargo por el muestreo realizado se mostró constante con solo el aumento de un grupo al final (figura 4). Esto nos indica que cada una de las cuatro fases de descomposición del tronco son importantes para todos los organismos que podemos encontrar ahí; lo único que cambia son los grupos que se pueden encontrar al principio, en etapas intermedias y al final del proceso. La preferencia de los grupos faunísticos por una de las cuatro fases de descomposición del tronco va a depender de varios factores: uno de ellos podría ser el tipo de especie arbórea de que se trata, otro podría ser la preferencia por algún tipo específico de alimento, ya sea animal, vegetal o fúngico; y por último la preferencia por las características físicas y químicas que presenta el tronco, como la dureza, consistencia y humedad.

Para las muestras manuales los organismos que se presentaron en mayor cantidad en el estado de descomposición inicial (I) fueron, en primer lugar el orden Coleoptera con las familias Passalidae y Staphylinidae así como larvas entre los principales; después se encontró a la familia Formicidae, el orden Dermaptera, las clases Diplopoda y Chilopoda y

por último el orden Pseudoscorpiones. Para el segundo estado de descomposición encontramos también en primer lugar al orden Coleoptera con las mismas familias, así como a las larvas de este orden; seguido de la familia Formicidae, el orden Araneae, las clases Diplopoda y Chilopoda, el orden Dermaptera y finalmente podemos encontrar el orden Pseudoscorpiones y Hemiptera. En el tercer estado de descomposición aparecen los mismos grupos faunísticos que en los casos anteriores, pero también podemos encontrar al orden Blattaria. Y por último para el cuarto estado de descomposición se encuentran los anteriormente mencionados, pudiéndose presentar además el orden Opilionida y Oligoqueta.

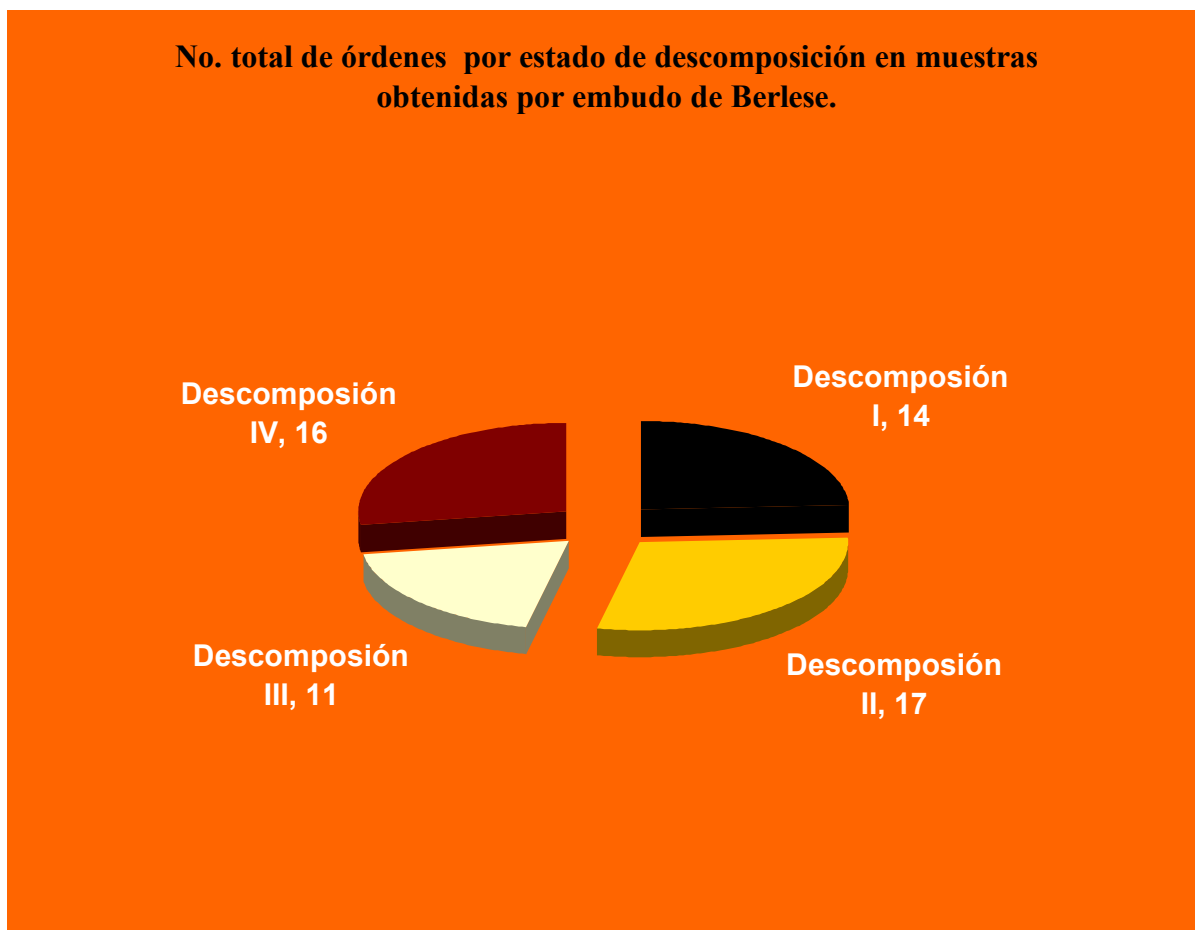
La presencia de un mayor número de grupos faunísticos de acuerdo al estado de descomposición de las muestras colectadas que fueron procesados por embudo de Berlese no resultó de acuerdo a lo esperado, ya que el estado de descomposición I presentó 14 grupos faunísticos, el II 17, el III 11 y el IV estado de descomposición 16 (Figura 5). Se esperaba que conforme avanzara el estado de descomposición del tronco el número de grupos faunísticos podría ir aumentando, sin embargo, se observó muy poca variación en el número de grupos presentes, una posible razón, es que podría ser un reflejo del número de troncos encontrados para cada estado de descomposición.

Tabla 23 Número de órdenes y de individuos para troncos muestreados por el método del embudo de Berlese en relación al estado de descomposición.

Estado de descomposición	No. de troncos	No. de órdenes	No. de individuos	Media y desviación estándar
I	9	14	3,430	9.22 ± 3.38
II	11	17	4,789	11.09 ± 3.91
III	8	11	5,046	8.62 ± 1.59
IV	15	16	7,988	11 ± 2.97

Esto concuerda con lo que muestra la siguiente figura, con excepción al tipo de pudrición IV.

Figura 5 Número total de órdenes por estado de descomposición en muestras obtenidas por embudo de Berlese.



Se puede apreciar poca variación en el número de grupos faunísticos encontrados a lo largo del proceso de descomposición de los troncos, a pesar del diferente número de troncos en descomposición revisados. Fueron nueve troncos con el estado de descomposición I y presentaron 14 órdenes, al ser 11 troncos los que presentaron el estado de descomposición II aumentó el número de grupos faunísticos, pero luego otra vez disminuyó el número de troncos con el estado de descomposición III que fueron ocho y presentaron 11 órdenes y

finalmente aumentó a 15 el número de troncos con el estado de descomposición IV, pero estos presentaron un orden menos (16) en relación a la segunda etapa de descomposición.

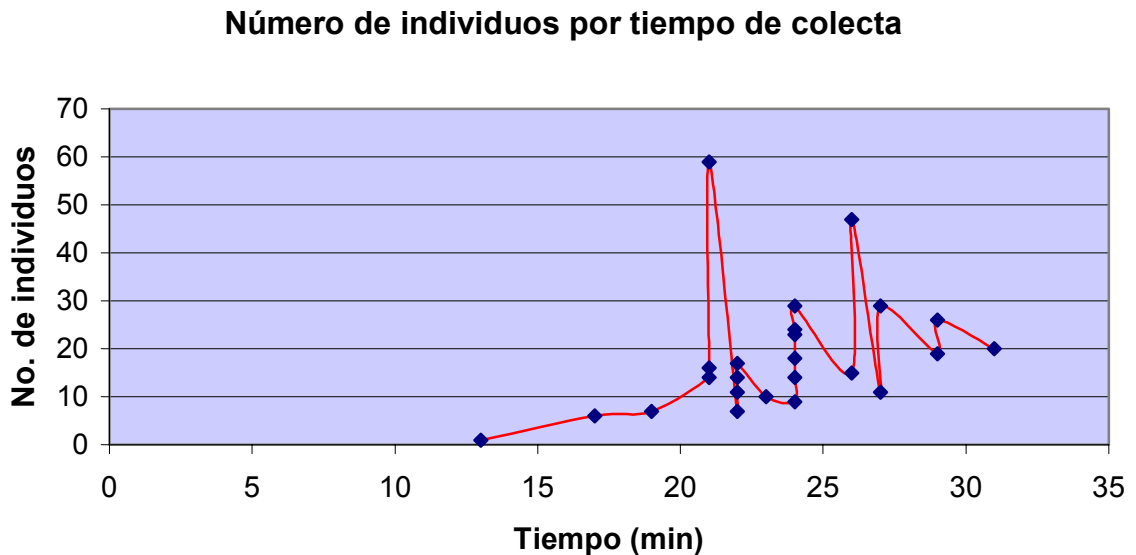
Los organismos obtenidos por el método de embudo de Berlese y para el estado de descomposición I, son presentados por orden de importancia: en primer lugar está la subclase Acarina y el orden Collembola, seguidos del orden Coleoptera con las familias Staphylinidae, Curculionidae, Scydmaenidae, Ptiliidae y Lyctidae entre los principales; después está el orden Hymenoptera con la familia Formicidae, las clases Chilopoda y Diplopoda y también podemos encontrar el orden Thysanoptera, ninfas del orden Hemiptera, el orden Dermaptera y Homoptera. Para el estado de descomposición II aparecen los mismos grupos faunísticos que los anteriores y para el orden Coleoptera aparece la familia Ciidae y Pselaphidae además de las otras familias mencionadas; desaparece el orden Homoptera, pero, por otra parte resurge el orden Diptera, Pseudoscorpiones, Protura y la clase Symphyla. En el tercer estado de descomposición encontramos los anteriormente mencionados, pero desaparece la clase Symphyla y se reduce la cantidad de individuos del orden Pseudoscorpiones y Protura. Por último para el cuarto estado de descomposición encontramos en primer lugar la subclase Acarina, los órdenes Collembola y Coleoptera con las familias: Staphylinidae, Curculionidae, Ptiliidae, Scydmaenidae, Pselaphidae y Lyctidae entre los principales; seguidos del orden Hymenoptera, las clases Diplopoda y Chilopoda, el orden Thysanoptera, Araneae y aparecen en mayor cantidad el orden Homoptera, Protura y la clase Symphyla. Esto muestra un proceso dinámico en donde se manifiesta la sucesión de organismos.

7.6 Análisis por esfuerzo de muestreo.

Los muestreos manuales de los troncos podridos, se realizaron dentro de un tiempo que no excediera de 30 minutos. El tiempo total de muestreo para los lugares en donde se obtuvo (Chapultepec, Apazapan y el Cerrito) , constó de 10 horas aproximadamente y se colectaron 446 individuos.

Los resultados encontrados del número de individuos en función del tiempo de colecta se presentan en la figura 6.

Figura 6 Número de individuos *in situ* y el tiempo que tomó colectarlos.

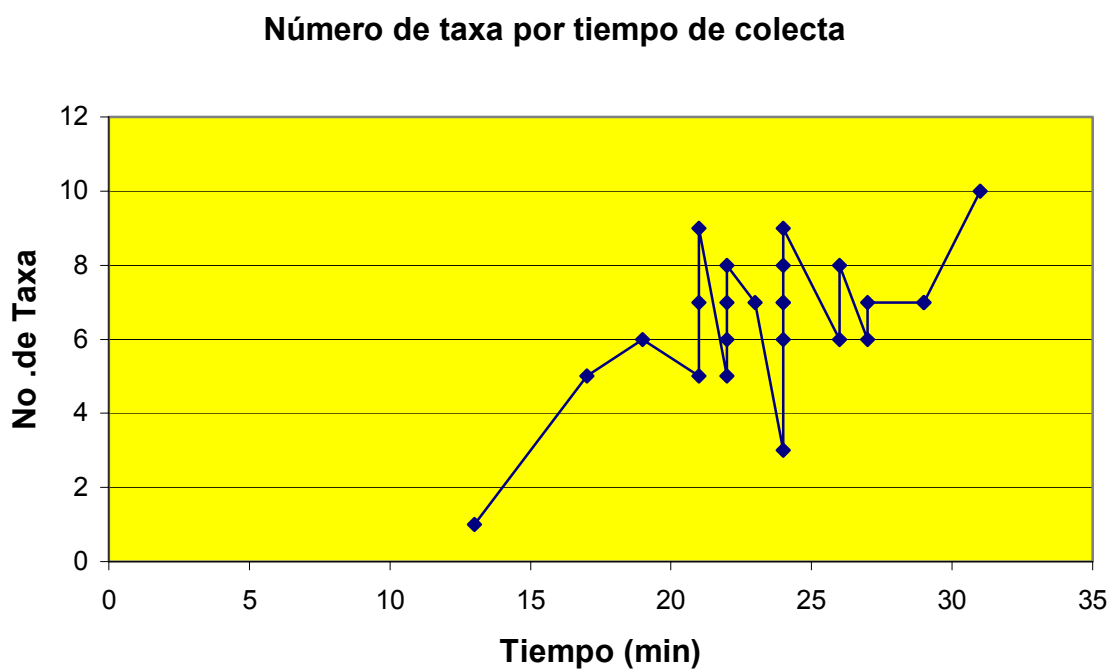


El menor número de individuos capturados manualmente fue de tan sólo un individuo y tomó 13 minutos el encontrarlo, se presentó en un tronco con un estado de descomposición de fase I y se trata de un coleóptero de la familia Passalidae; la razón por la cual solo se colectó un individuo es porque este tronco tenía poco tiempo de haberse desprendido de un árbol y estaba iniciando el proceso de descomposición y empezaba a ser colonizado, su dureza era mayor que el resto de los troncos analizados. En contraste el mayor número de individuos fue de 59 organismos y fueron tomados de un tronco con un estado de

descomposición de fase IV de los cuales 34 fueron hormigas, 14 dermápteros, un arácnido, una lombriz y cinco escarabajos, tomó 21 minutos capturar estos organismos.

En cuanto al número de taxa encontrados en relación al tiempo de muestreo en la figura 7 se muestra esta relación.

Figura 7 Número de taxa *in situ* y tiempo que tomó colectarlos.



Podemos observar una tendencia al aumento de grupos faunísticos en relación al aumento de tiempo dedicado al muestreo manual, por lo cual es recomendable extender el tiempo de colecta manual.

7.7 Análisis de la humedad relativa.

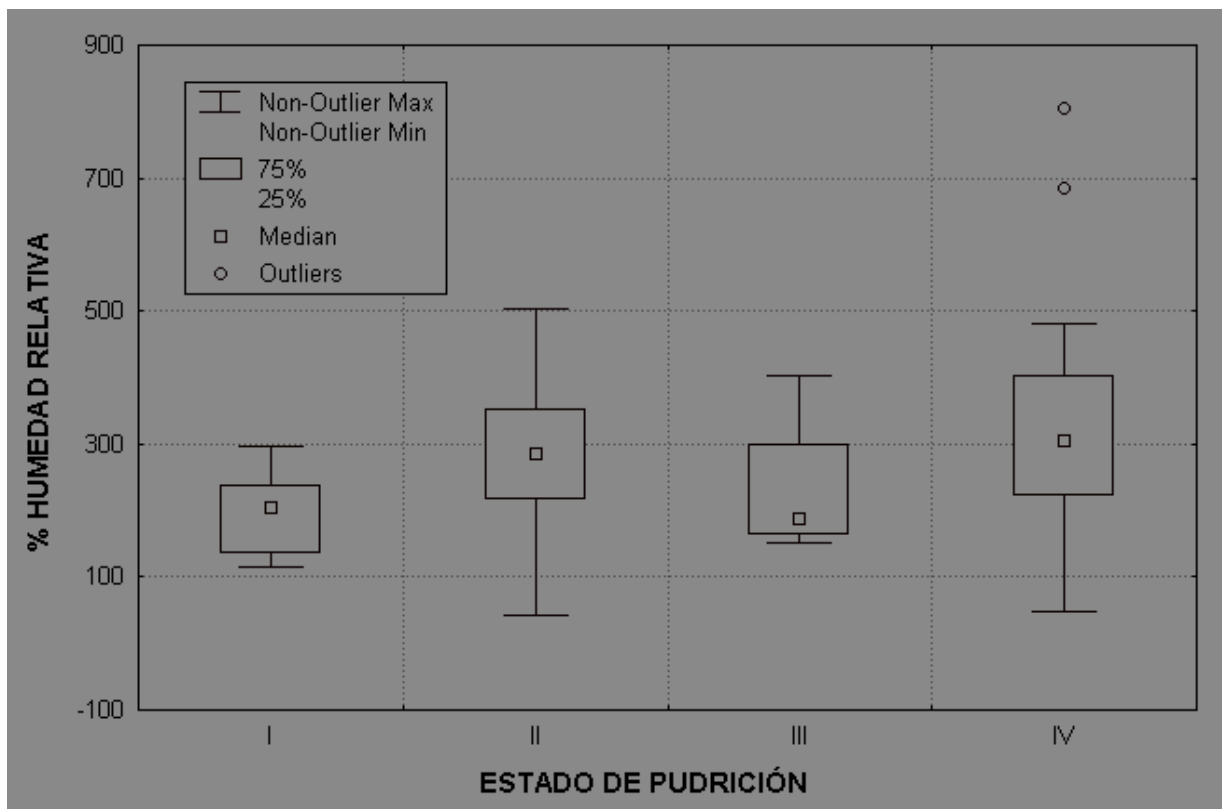
Se obtuvo la media del porcentaje de humedad relativa de las muestras de madera en descomposición de acuerdo a los cuatro estados de pudrición del tronco considerados para 41 muestras analizadas (Anexo 4), así como sus rangos. Su representación es mediante una gráfica de cajas y alambres (Tabla 24 y Figura 8).

Tabla 24 Medias y Rangos para el porcentaje de humedad.

No. de troncos	Tipo de pudrición	Media % H.R.	Rangos
9	I	201.52 ± 62.28	(116.3 - 296.28)
10	II	285.51 ± 124.72	(42.48 - 502.08)
8	III	231.51 ± 91.46	(151.97 - 402.76)
14	IV	348.92 ± 196.17	(49.00 - 805.24)

El tipo de pudrición I tiene una media de 201.52 %, el II 285.51 %, el III 231.51 % y el IV 348.92 % de humedad relativa respectivamente. Los troncos muestreados presentaron un porcentaje de humedad que va de un 42.48 % hasta un 805.24 % y esto nos indica que hay troncos con un alto contenido de humedad en relación al peso de la muestra.

Figura 8 Porcentajes de Humedad Relativa en relación a los estados de descomposición del tronco.



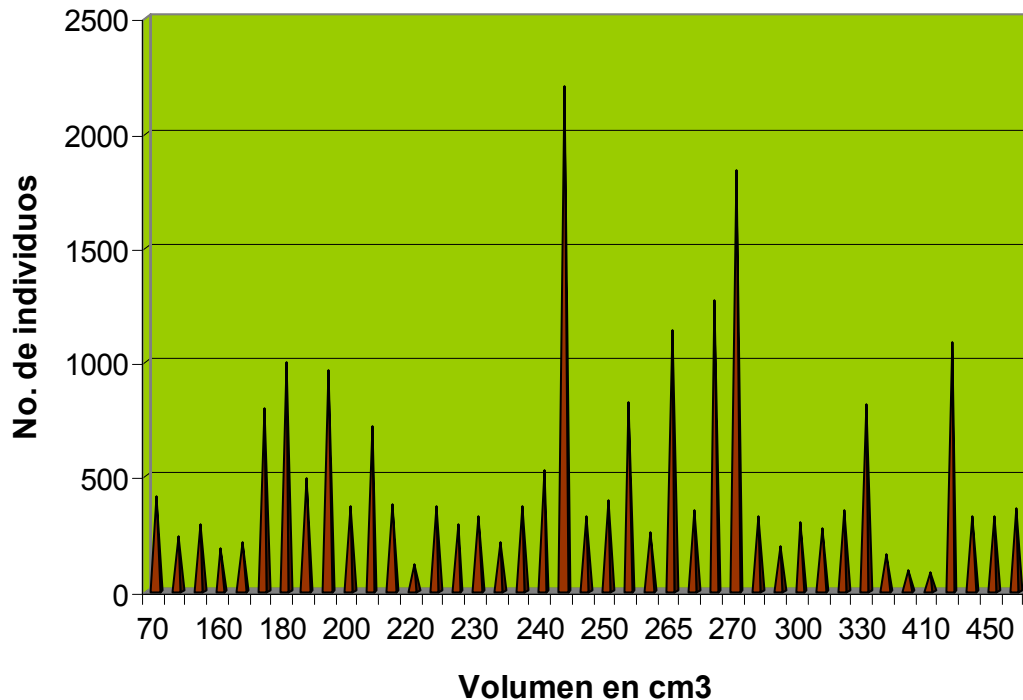
Los dos puntos que se salen del rango en la etapa de pudrición IV se refieren a los porcentajes de humedad más altos que se encontraron en troncos que contenían un alto contenido de agua en su interior. No se encontró ningún patrón entre el número de individuos y taxa encontrados en relación al contenido de humedad de las muestras de madera. Resultados similares fueron encontrados por Seastedt et al. (1989) en su estudio de microartrópodos en bosques templados de coníferas.

7.8 Análisis del volumen.

Después de haber sido recuperados los organismos del procesamiento por embudos de Berlese, se estimó el volumen de las muestras de madera en descomposición (anexo 5). Los resultados nos indican que hubo una gran variación en ellos ya que el valor más bajo fue de 70 cm³ y el mayor fue de 500 cm³, con un valor medio de $x = 261.95 \pm 92.49$. Se relacionó el número de individuos obtenidos en función del volumen de madera muestreada, no encontrándose ninguna relación (figura 9). Lo mismo se hizo en relación al número de organismos descomponedores, y no se observó ninguna relación (Figura 10).

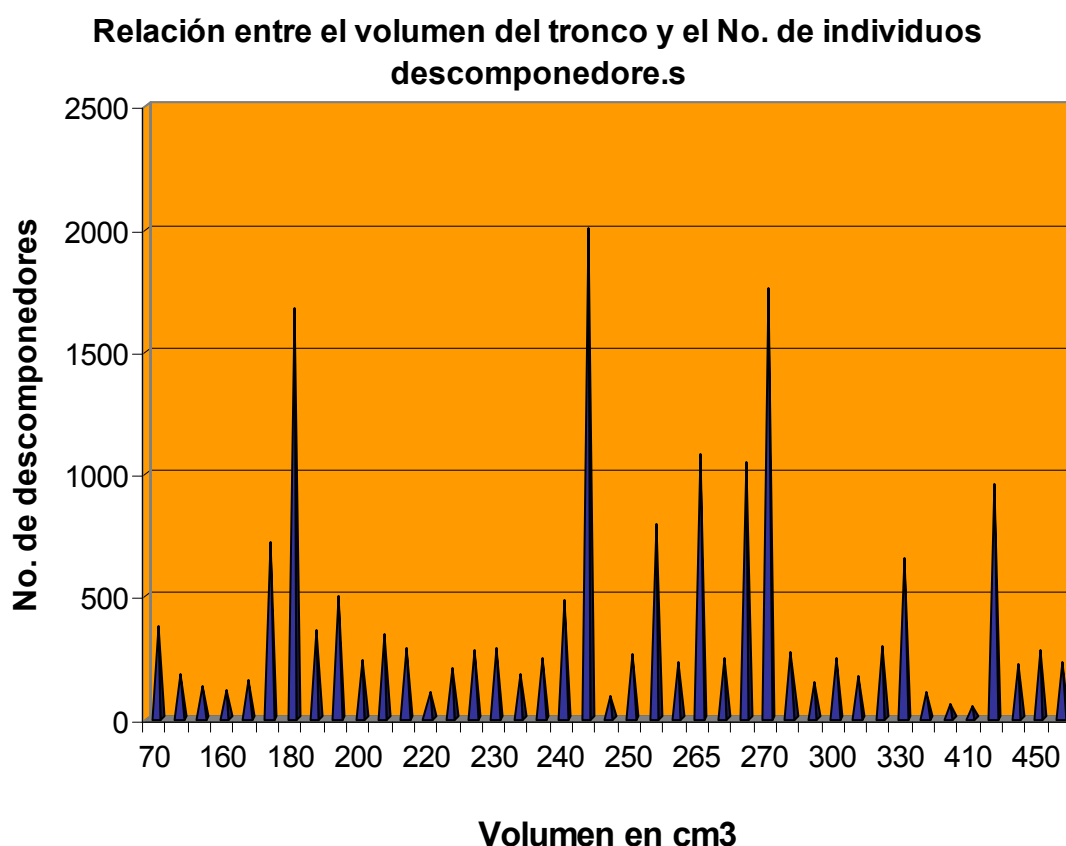
Figura 9 Relación entre el volumen del tronco y el número de individuos (invertebrados) presentes en los troncos en descomposición.

Relación volumen del tronco con número de individuos.



Las razones por las cuales no hubo un claro patrón en ambos casos se pueden deber a que cada tronco puede pertenecer a cierto tipo de especie arbórea con características particulares como la textura, dureza, consistencia; aún si fueran de la misma especie las condiciones de pudrición pueden ser muy variables provocando una gran heterogeneidad de características.

Figura 10 Relación entre el volumen del tronco y el número de descomponedores presentes en los troncos en descomposición.

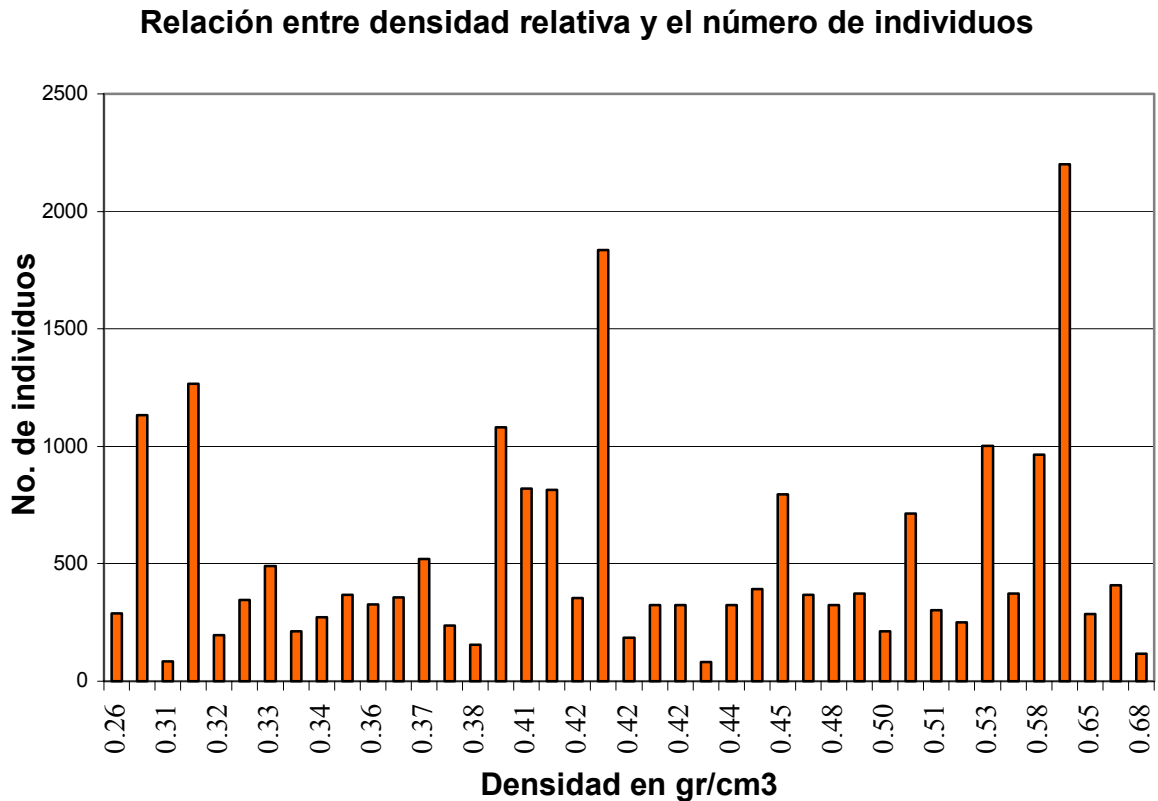


Se puede observar que en ambas gráficas el comportamiento es similar en cuanto al número de individuos, y la razón por la cual podría ser similar quizá sea debido a que dentro de los organismos invertebrados, la mayoría pertenece al nivel trófico de los descomponedores.

7.9 Análisis de acuerdo a la densidad relativa.

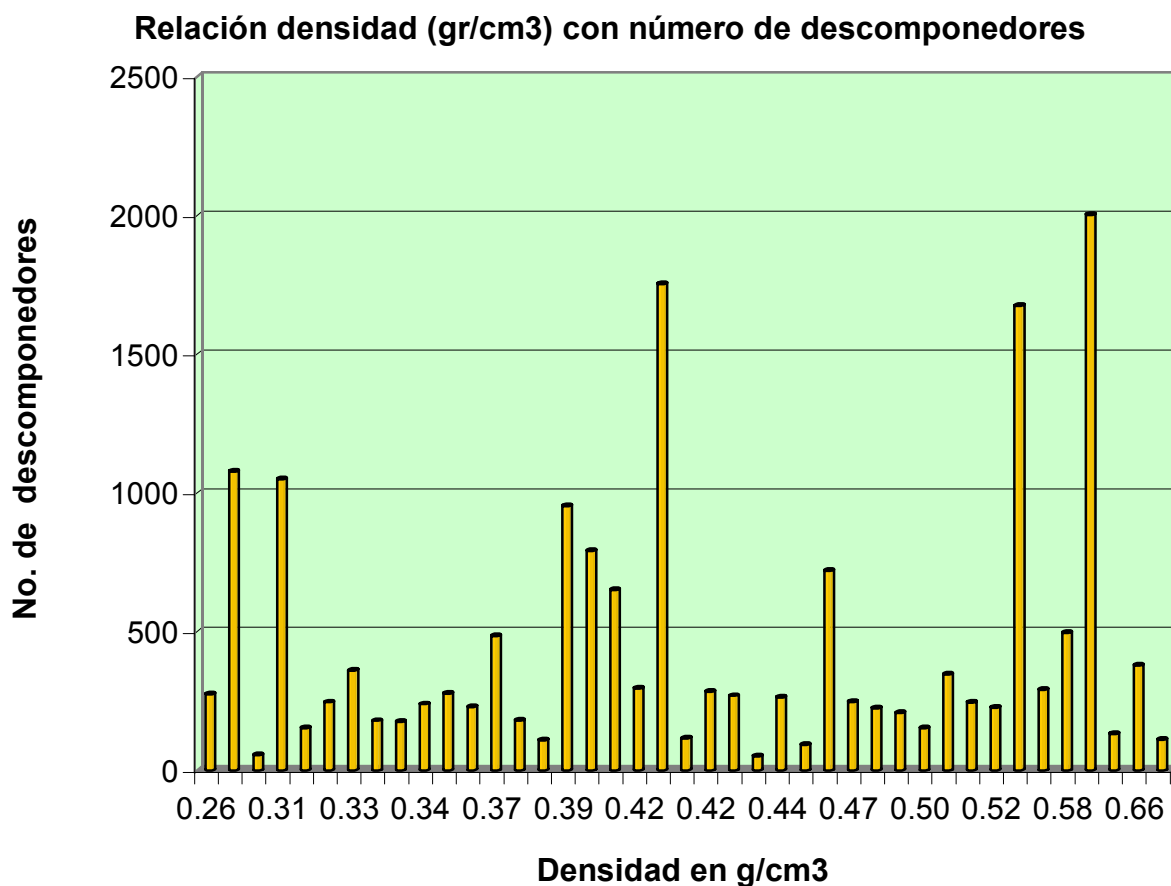
Obtuvimos los datos de densidad relativa para cada una de las muestras de madera procesadas por embudo de Berlese. Los valores de densidad obtenidas para las 41 muestras son presentados en el Anexo 6. La menor densidad es de 0.26 g/cm³ y la mayor fue de 0.68 g/cm³, con un valor medio de $x = 0.43 \pm 0.10$. Al igual que con el volumen, se esperaba que conforme fuera aumentando la densidad pudiera haber un incremento en el número de organismos invertebrados (figura 11). Sin embargo no hubo ningún patrón para este caso y podría deberse a las mismas razones que se mencionaron para el caso del volumen.

Figura 11 Relación entre la densidad relativa (gr/ cm³) y el número de individuos (invertebrados) presentes en las muestras de madera en descomposición.



En esta gráfica fueron considerados todos los invertebrados obtenidos, y en la figura 12 se representa el caso únicamente para los descomponedores presentes. Notamos que de la misma manera no se encuentra ninguna relación.

Figura 12 Relación entre la densidad relativa (gr/cm^3) y el número de organismos descomponedores en las muestras de madera en descomposición.



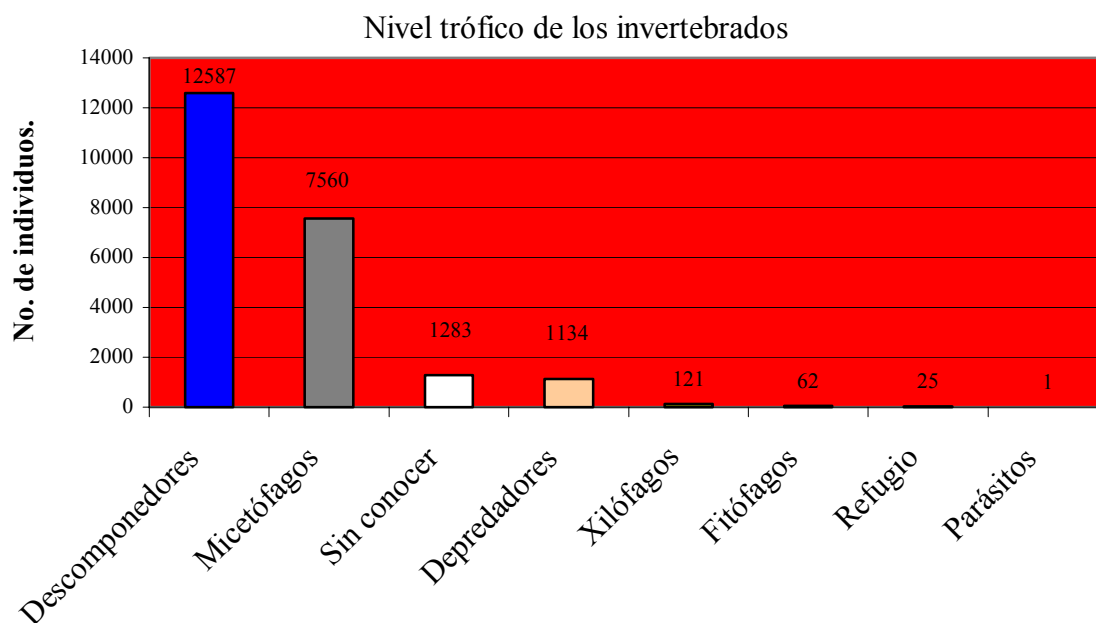
Los organismos descomponedores se alimentan principalmente de detritus o materia vegetal muerta y no presentan ningún patrón como se esperaba.

7.10 Papel trófico de los invertebrados registrados.

Se analizó de manera muy general el papel trófico que presentan los organismos encontrados dentro de los troncos en descomposición, y ya que estos son elementos muertos, el grupo más abundante está representado por los descomponedores como: organismos de los órdenes Collembola, Blattaria y Oligoqueta; larvas del orden Diptera y Coleoptera, el orden Oribatida, la clase Diplopoda y las familias del orden Coleoptera: Scarabaeidae, Staphylinidae y Passalidae. En segundo lugar encontramos a los micetófagos: en donde destacan individuos de la subclase Acarina, órdenes Thysanoptera y Protura; la familia Myrmicinae del orden Hymenoptera y las familias del orden Coleoptera: Ciidae, Nitidulidae, Ptilidae y Tenebrionidae. En tercer lugar están los diferentes estados inmaduros (larvas, pupas y ninfas) de los diferentes organismos que no fue posible determinar. En cuarto lugar encontramos a los depredadores como: individuos de los órdenes Diplura, Opilionida, Pseudoscorpiones, Araneae y Dermaptera; la clase Chilopoda, la familia Cecidomyiidae del orden Diptera, las subfamilias Dorylinae y Formicinae del orden Hymenoptera y por último las familias Scydmaenidae y Pselaphidae del orden Coleoptera. En quinto lugar están los xilófagos donde se encuentran las familias del orden Coleoptera: Lyctidae y Phalacridae. En sexto lugar están los fitófagos en donde se encuentran individuos de las familias: Chalcidoidea del orden Hymenoptera, Culicidae y Xilophagidae del orden Diptera, Elateridae del orden Coleoptera; el orden Homoptera y Embioptera entre los principales. El séptimo lugar lo ocupan los organismos que utilizan el tronco como refugio donde podemos encontrar al orden Orthoptera y la familia Chrysomelidae del orden Coleoptera. Por último, en el nivel trófico de los parásitos se encontró un solo individuo de la familia Proctotrupidae conocido por parasitar coleópteros.

Haciendo un análisis del papel trófico que presentan los organismos consignados en las muestras, se presentan los resultados en la figura 13.

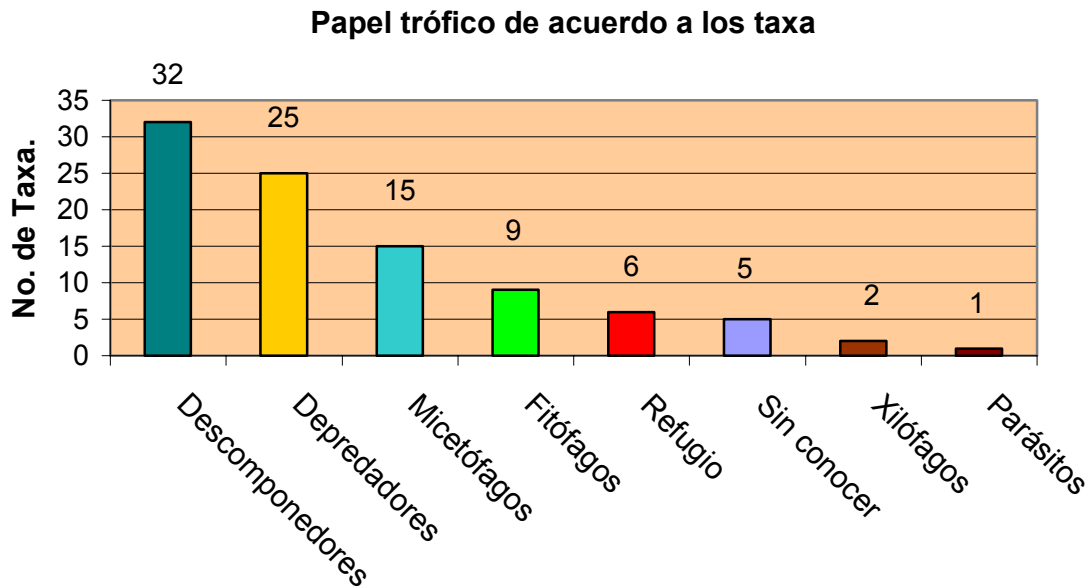
Figura 13 Nivel trófico de los invertebrados presentes en los troncos en descomposición.



Como muestra la figura 13, el mayor número de individuos que encontramos en los diferentes troncos en descomposición se trata de especies descomponedoras, seguido por las micetófagas, en orden de importancia siguen los organismos a los cuales no se pudo precisar su hábito alimenticio y continúan las depredadoras; después encontramos en menor cantidad a las especies xilófagas, fitófagas y las especies que utilizan el tronco como refugio; y al final está un solo grupo correspondiente a los parásitos.

De la misma manera que se hizo un análisis del papel trófico de los invertebrados para el número de individuos lo hicimos pero para cada taxa encontrado (figura 14).

Figura 14 Nivel trófico de los taxa presentes en los troncos en descomposición.



Como se puede observar las especies descomponedoras son las mejor representadas en 32 grupos faunísticos además de que juegan un importante papel en el reciclaje de nutrientes; seguidas en buena medida están los depredadores con 25 taxa, dentro de los micetófagos se encuentran 15 grupos, en el nivel trófico de los fitófagos encontramos nueve taxa; los organismos para los cuales la utilización de los troncos en descomposición no es determinante se encuentran en menor número, en donde quedan representados los fitófagos, xilófagos y parásitos así como los grupos que no se logró determinar.

7.11 Riqueza faunística cualitativa y cuantitativa en tan solo un trozo de madera muerta.

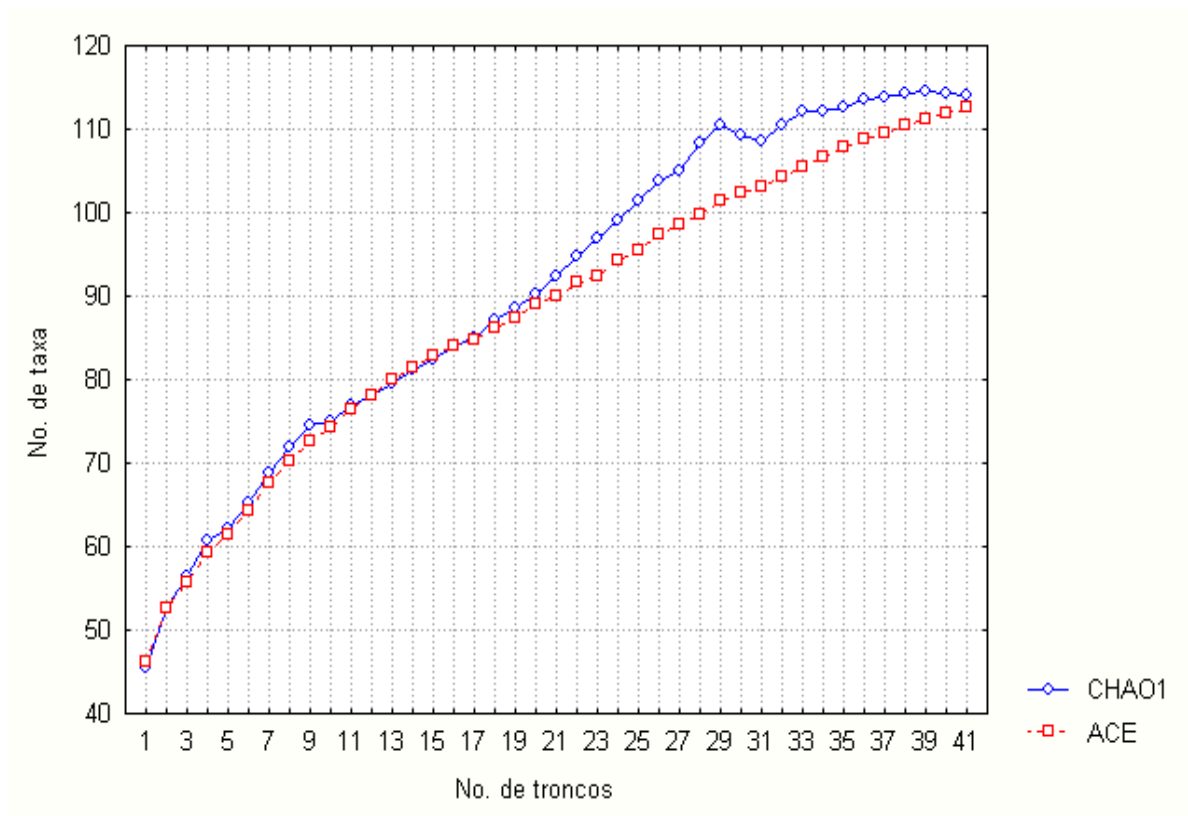
Aquí solo mencionamos dos ejemplos; en el primero el tronco en descomposición que tuvo más grupos faunísticos, fue un tronco en un estadio intermedio de pudrición (II), el cual presentó 17 taxa de invertebrados en un volumen de 180 cm³ de madera muerta. Los grupos que se encontraron dentro de éste tronco fueron los siguientes: Acari, Araneae, Blattaria, Coleoptera, Collembola, Dermaptera, Diplura, Diptera, Geophilomorpha, Hemiptera, Homoptera, Hymenoptera, Lithobiomorpha, Orthoptera, Polydesmida, Pseudoscorpiones y Symphyla. En cuanto a la apreciación cuantitativa, el tronco podrido en el que más individuos se encontraron fue de la última etapa de descomposición (IV), con un total de 2,192 organismos presentes en un volumen de 240 cm³ de madera muerta. Lo anterior nos deja ver la gran diversidad y número de grupos faunísticos que se pueden encontrar en un pequeño volumen de material muerto.

7.12 Análisis de la medida de la diversidad alfa

Para obtener los índices de Chao1, ACE, Mao-Tao, Simpson y Coleman juntamos el número de individuos de las muestras manuales y las del método del embudo de Berlese para los troncos 14 al 54.

Los primeros índices que mencionamos son los que miden la equidad en la abundancia proporcional en el cual encontramos el de Chao1, ACE y Mao Tau (figuras 15 y 16).

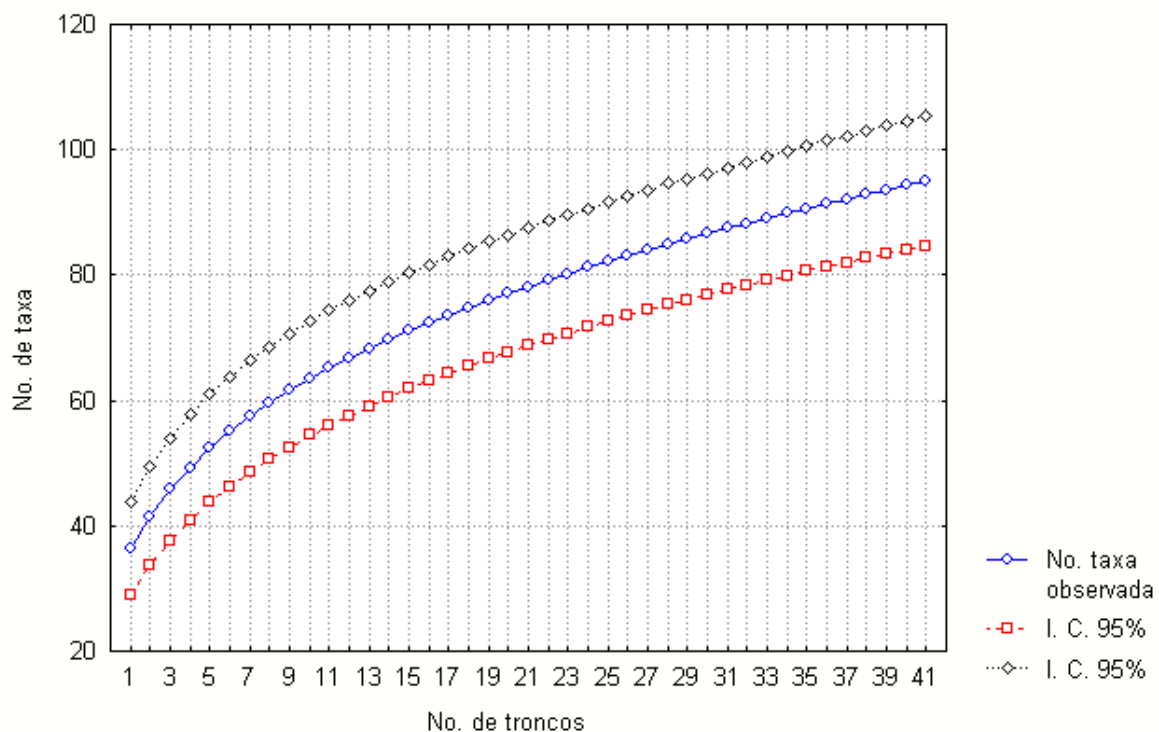
Figura 15 Índice de Chao1 y ACE (n = 41).



El estimador Chao1 está basado en el concepto en el cual las especies raras cargan la mayoría de información en relación al número de los faltantes y utiliza a los singletons (especies con un solo individuo) y doubletons (especies con dos individuos) para estimar el número de especies ausentes (Halffter et al. 2001). Por otra parte el estimador ACE (Abundante-based Coverage Estimator) separa el acercamiento de las frecuencias

observadas en dos grupos: abundantes y raros; las especies abundantes son aquellas que tienen más de k individuos en la muestra y las especies raras son aquellas que están representadas solo por uno, dos y arriba de k individuos en las muestras (Chao, 2004).

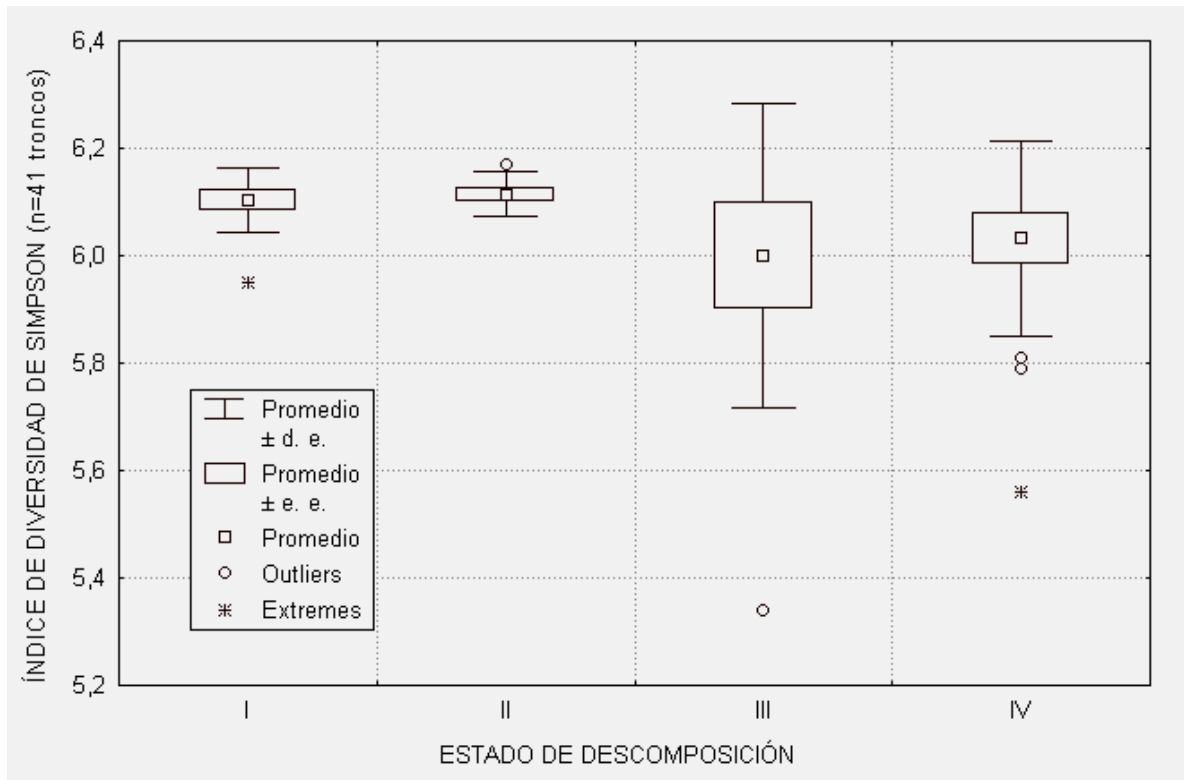
Figura 16 Índice de Mao Tau ($n = 41$).



La función de riqueza esperada es llamada Mao Tau, este índice se representa por medio de curvas de acumulación de especies como lo muestra la figura 16 y tienen intervalos de confianza del 95 %.

El índice que utilizamos para medir el grado de dominancia es el de Simpson, el cual se representa por medio de una gráfica de cajas y alambres (figura 17).

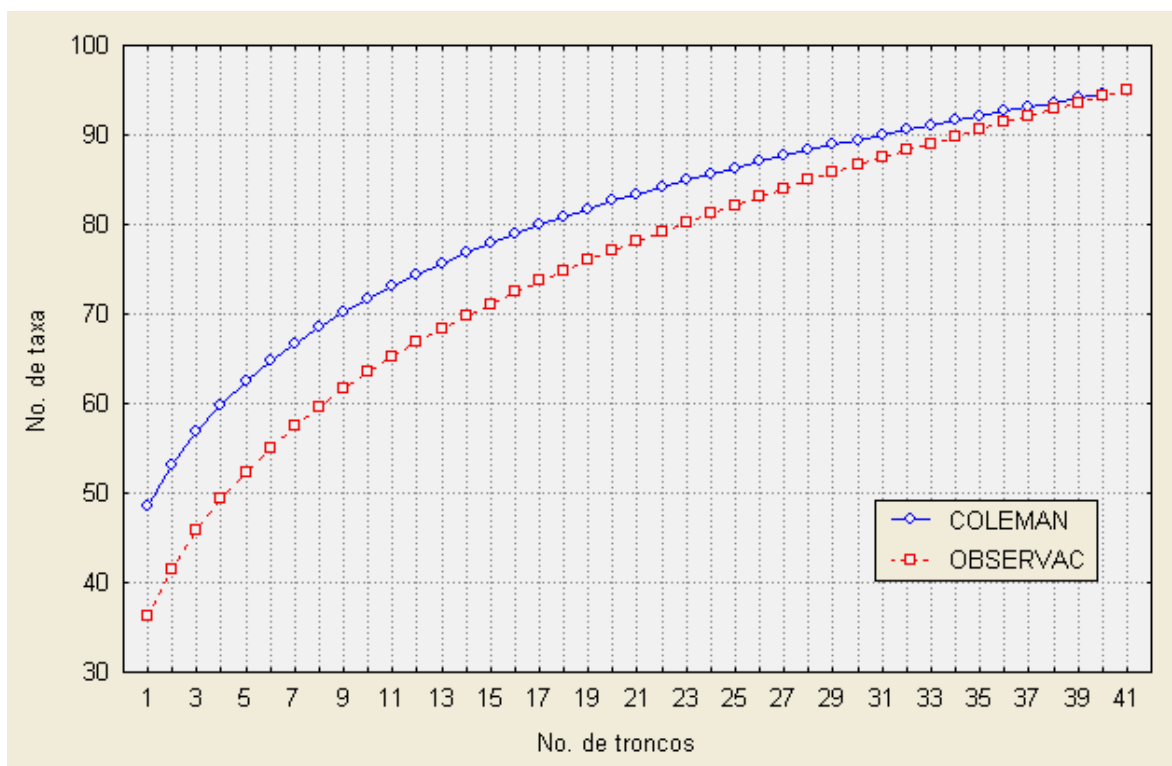
Figura 17 Índice de Simpson (n = 41).



Este índice es fuertemente influenciado por la presencia de las pocas especies más abundantes (Chao, 2004). Esta gráfica se hizo en relación a los cuatro estados de descomposición del tronco; los círculos y asteriscos que se observan fuera de los rangos se tratan de taxa que tienen un promedio alto.

A continuación utilizamos el índice de Coleman para medir la riqueza específica, el cual es la forma más sencilla de evaluar la diversidad puntual (figura 18).

Figura 18 Índice de Coleman (n =41)



Esta gráfica se representa por medio de curvas de acumulación de especies. La desventaja de este índice como medida de biodiversidad es que el número de especies depende del tamaño de la muestra, por lo cual recomiendan invertir el mismo esfuerzo de colecta en todas las muestras que se desean comparar (Halfpter et al. 2001).

Aparte de las gráficas anteriores, en donde se juntaron las muestras manuales y el método del embudo de Berlese (n =41); separamos los dos muestreos (el manual con una n =52 y el método del embudo de Berlese con una n =43) para presentar el índice de Chao1 el cual mide la equidad en la abundancia proporcional (figura 19) y el de Coleman para medir la riqueza específica (figura 20).

Figura 19 Índice de Chao1 para las muestras manuales y por el método de embudo de Berlese.

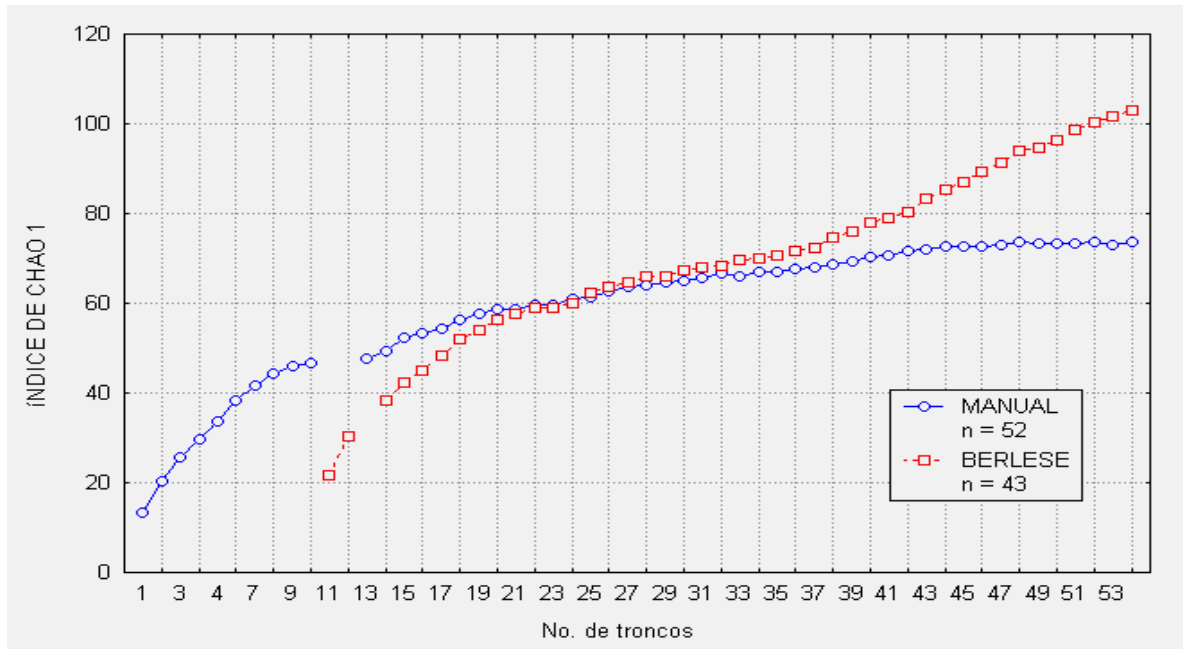
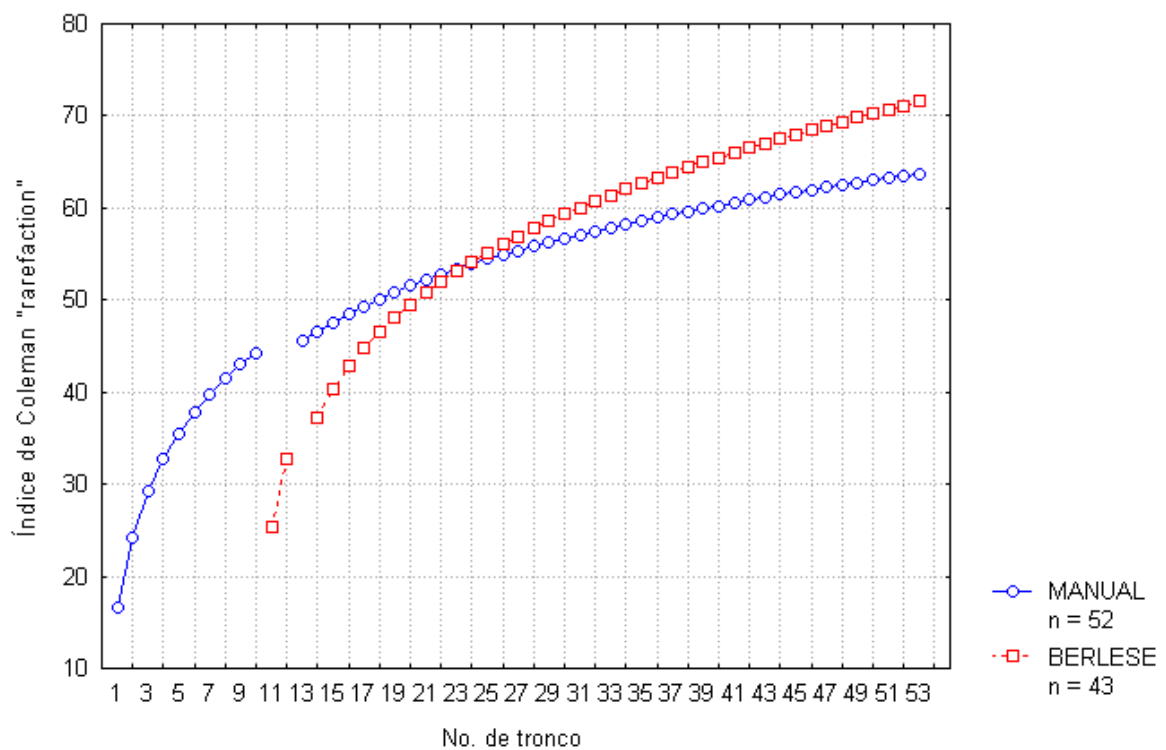


Figura 20 Índice de Coleman para las muestras manuales y por el método del embudo de Berlese.

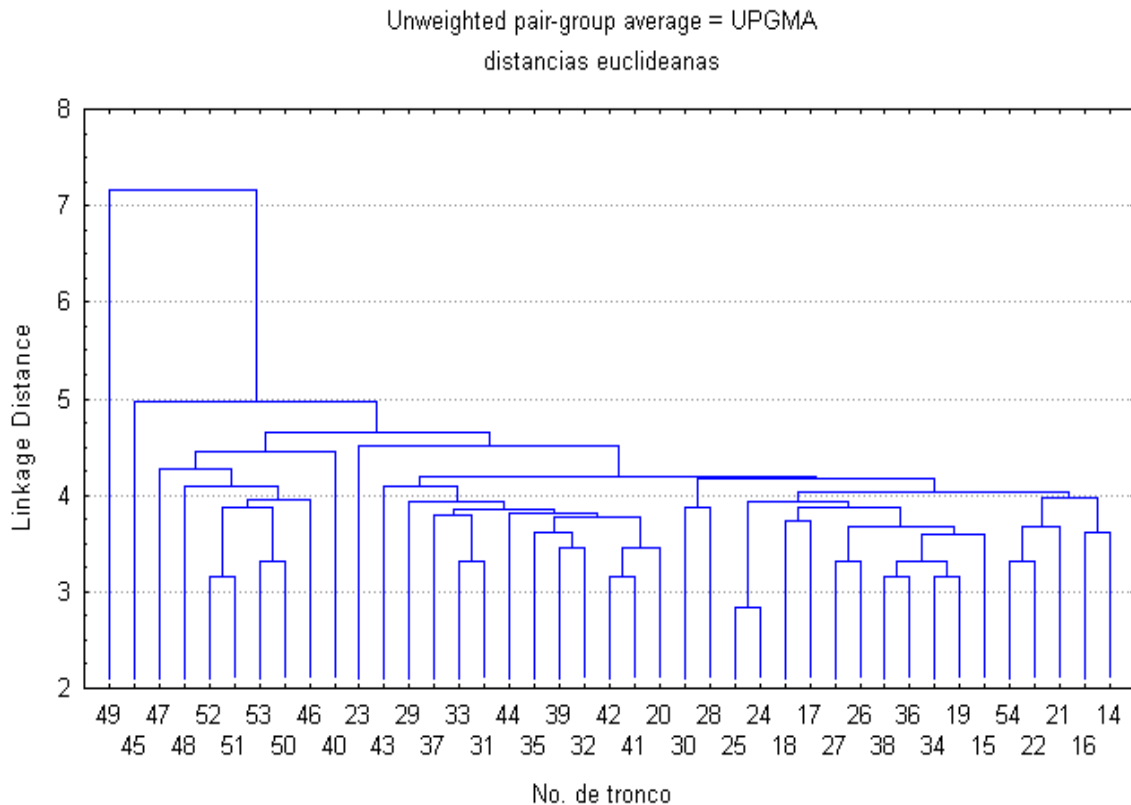


Todas las gráficas que se presentan en todos los índices mencionados anteriormente a excepción del de Simpson, están representados por una curva de acumulación de especies el cual es definida como: una gráfica del número de especies observadas en función de alguna medida del esfuerzo de muestreo aplicado (Colwell et al. 2004). Para nuestro caso, el punto final de estas curvas representa la suma total de los taxa que se observan entre todas las muestras.

7.13 Análisis de la medida de la diversidad beta.

Para este análisis se utilizó el índice de distancia entre las muestras a partir de los datos cualitativos presencia-ausencia de taxa y se graficó por medio de un dendograma (figura 21).

Figura 21 Dendograma del índice de distancia entra las muestras.



Para nuestro caso, este dendograma muestra la similitud de taxa que puede haber entre los 54 troncos que fueron muestreados. Magurran, 1988 comenta que esta técnica trabaja mejor cuando se comparan pocos sitios y por el contrario cuando son demasiados es más difícil interpretarlos.